

ARBEITEN

AUS DEN

ZOOLOGISCHEN INSTITUTEN

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

BEGRÜNDET VON

CARL CLAUS

FORTGEFÜHRT VON

Dr. KARL GROBBEN
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES I. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

Dr. BERTHOLD HATSCHEK
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES II. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

TOM. XII.

Mit 23 Tafeln und 12 Textfiguren.

WIEN 1900.

ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

XII. Band.

Inhalt.

ARBEITEN

AUS DEN

ZOOLOGISCHEN INSTITUTEN

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

BEGRÜNDET VON

CARL CLAUS

FORTGEFÜHRT VON

D^R. KARL GROBBEN
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES I. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

D^R. BERTHOLD HATSCHEK
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES II. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

TOM. XII, I. Heft.

Mit 8 Tafeln und 10 Textfiguren.

WIEN 1899.

ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in **Wien**,
I., Rothenthurmstrasse 15.

Früher sind erschienen:

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Herausgegeben von

Dr. C. Claus,

o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Institutes in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

I.	Band, 3 Hefte mit	33 Tafeln. Preis 44 M.
II.	„ 3 „ „	23 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis 40 M.
III.	„ 3 „ „	25 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis 43 M. 60 Pf.
IV.	„ 3 „ „	33 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis 52 M. 40 Pf.
V.	„ 3 „ „	31 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis 51 M. 20 Pf.
VI.	„ 3 „ „	35 Tafeln. Preis 56 M.
VII.	„ 3 „ „	29 Tafeln, 4 Zinkographien und 7 Holzschnitten. Preis 54 M. 40 Pf.
VIII.	„ 3 „ „	30 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis 67 M. 60 Pf.
IX.	„ 3 „ „	21 Tafeln. Preis 58 M. 40 Pf.
X.	„ 3 „ „	37 Tafeln und 4 Holzschnitten. Preis 85 M. 20 Pf.
XI.	„ 1. Heft mit	8 Tafeln. Preis 18 M.

Arbeiten aus den Zoologischen Instituten der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Begründet von

Dr. C. Claus,

fortgeführt von

Dr. Karl Grobben
o. ö. Professor und Vorstand des I. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

und

Dr. Berthold Hatschek
o. ö. Professor und Vorstand des II. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

XI. Band, 2. Heft mit 11 Tafeln und 2 Textfiguren. Preis 26 M. 50 Pf.
XI. „ 3. „ „ einem Portrait, 8 Tafeln und 9 Textfiguren. Preis 23 M. 20 Pf.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in **Wien**,
I., Rothenthurmstrasse 15.

Die Rhynchodäaldrüsen der Tetrarhynchen.

Von

Dr. **Theodor Pintner.**

(Mit 3 Tafeln.)

Wenn man eine Serie frontaler Längsschnitte (Flächenschnitte) durch den Kopf eines Tetrarhynchus aus der Gruppe des *Tetrarhynchus attenuatus*[1]) betrachtet, so fällt schon auf den ersten unterhalb der Cuticula liegenden Schnitten selbst bei ganz schwacher Lupenvergrösserung ein feines, dichtes Netzwerk aus unregelmässig verlaufenden Linien durch lebhafteste Färbung auf. Am stärksten fand ich es auf Schnitten hervortreten, die mit wässeriger Safraninlösung gefärbt waren (Taf. I, Fig. 1), etwas schwächer bei Hämatoxylinfärbung, sehr auffallend durch blauen Ton in röthlicher Umgebung bei Doppelfärbungen mit Hämatoxylin und Eosin. Auf solchen der Körperoberfläche nahen Schnitten liegt die Hauptmasse dieser farbigen Linien hinter den Bothridien und bildet eine M-förmige Figur. Die mittleren Balken laufen dem Vorderrande des postbothridialen Körperabschnittes, die seitlichen den Körperrändern immer in gleichmässigem, ziemlich breitem Abstande entlang.

Dieses stark gefärbte Linienwerk nimmt, je tiefer gelegene Schnitte wir durchmustern, immer mehr an Masse zu und bildet endlich auf Schnitten vom Niveau der Fig. 2 eine der mächtigsten Gewebeschichten des ganzen Körpers. Wir sehen hier den gesammten eigentlichen Kopftheil des Scolex vom vordersten Stirnrande ange-

[1]) Ich fasse hier, wie in einem älteren Aufsatze (3., pag. 265) als „Gruppe des *Tetrarhynchus attenuatus*" die so benannte Form mit *T. megacephalus, grossus, discophorus autt.* etc. zusammen und werde mich über diese systematischen Verhältnisse, so wie über die der anderen in dieser Arbeit erwähnten Formen in einer baldigst dem Druck zu übergebenden Mittheilung genauer aussprechen.

fangen bis über das Hinterende der Muskelkolben des Rüsselapparates hinaus von dieser Gewebeschicht mantelförmig umgeben.

Der Mantel bleibt gegen die Cuticularschichten allenthalben ziemlich geradlinig abgegrenzt und vom Körperrande in gewisser Entfernung, gegen das Körperinnere zerklüftet er sich etwas mehr und springt mit Zipfeln und Aesten in dasselbe vor. Die grösste Dicke hat er im Bothridientheile des Kopfes, nach hinten zu wird er allmählich dünner und dünner. Im Stirntheile des Kopfes spaltet er sich und setzt sich stellenweise mit der Mantelhälfte der anderen Körperseite in Verbindung.

Auf den folgenden Flächenschnitten in unmittelbarer Nachbarschaft der Sagittalebene bleibt die Ausdehnung der Gewebemasse von vorne nach hinten zu die gleiche, doch nimmt sie hier an Breite ab, sie erscheint in eine schmälere Randzone zusammengedrängt, offenbar weil sie hier von der Schnittebene nicht mehr tangential, sondern im queren Durchmesser getroffen wird.

Betrachten wir diese Gewebezone auf Querschnitten durch dasselbe Thier. Ungefähr auf dem 40. Querschnitte von der Kopfspitze an gerechnet (bei einer Schnittdicke von beiläufig 10 μ) erscheinen die ersten Linien und Streifen, die auf den nächstfolgenden Schnitten rasch an Zahl zunehmen. Auf den Horizonten, in denen die Rüssel seitlich aus den Bothridialflächen heraustreten und bei wenig ausgestrecktem Zustande zuerst getroffen werden, erhalten wir dann Bilder wie in Taf. I, Fig. 3. Das Gewebe tritt in vier Hauptmassen auf, die je einer Rüsselmündung genähert sind und sich zu je zweien dorsal und ventral gegen die Haftgrubenflächen in Form von Kegeln etwas vorschieben. Die Spitzen der Gipfel erscheinen dabei aus den dicksten kugel- und gedärmähnlichen Massen gebildet, während längst der Abhänge feinere bis ganz dünne Streifen herabziehen. Diese überkreuzen sich mit den von dem benachbarten Gipfel kommenden und erfüllen, immerfort unterbrochen und nur auf kurzen Strecken zu verfolgen, den Raum in der Mitte des Kopfquerschnittes. Auch strahlen sie fächerförmig gegen die beiden Körperseiten hin aus.

Auf einer längeren Reihe von Querschnitten machen sich nunmehr keine anderen Veränderungen in dem Gesammtbilde des Gewebes geltend, als dass die besprochenen gipfelartigen Kegel sich immer dichter ballen und näher an die Rüsselscheiden herantreten, bis sie diesen endlich gegen die Medianebene zu eng anliegen. Zugleich haben sie sich von dem Faserwerke im Kopfinnern getrennt (Taf. I, Fig. 4, dr_1). Die Fasermassen ziehen erst als breite

Zone quer von rechts nach links und breiten sich in den Seitentheilen des Kopfes noch deutlicher fächerartig aus. Dann werden sie in der Mitte erst immer schmäler, endlich ganz unterbrochen und füllen nun zwei mit den spitzen Scheiteln nach innen gekehrte dreieckige Flächen (Fig. 4, *dr*) aus.

Bald verschwinden die mit dr_1 bezeichneten Theile der fraglichen Gewebeschicht völlig, die anderen ziehen sich aus dem Mitteltheile des Kopfes nach den Rändern der beiden Körperseiten zurück. Die Haftscheibengewebe bleiben von ihnen frei. Die stark gefärbten Ballen und Streifen des Gewebes sind immer zarter geworden und vertheilen sich auf den Querschnitten der ganzen Rüsselscheidenregion strahlenförmig in der Randzone, indem sie den Raum zwischen den gleichfalls strahlenförmig vertheilten Transversalmuskeln ausfüllen (Taf. III, Fig. 22), wie wir noch genauer sehen werden.

Im hintersten Theile des Kopfes wird die Gewebsmasse am Querschnitt immer niedriger und schmäler, umfasst aber den Kopf in seinem ganzen Umfange, was wir schon nach den Flächenschnitten Fig. 1 und 2 schliessen können.

Die Anwendung einer mässigen Vergrösserung bei den am meisten übersichtlichen Flächenschnitten bringt zunächst keine Klarheit über die Bedeutung des in Rede stehenden Gewebes. Hat man dünnere Schnitte mit discreter Färbung und Stellen, an denen es nicht besonders dicht gelagert ist, vor sich, so kann man verschiedenen Erklärungen der Ballen, Tropfen, Röhrchen, Fasern zuneigen. Man ist auch keineswegs gleich sicher, dass sie alle zu einander gehören. Dickere, stark gefärbte Schnitte (Taf. I, Fig. 5) zeigen zwar den Zusammenhang, lassen aber die Bedeutung der Elemente nicht erkennen, zumal deren zellige Natur oft keineswegs zutage tritt. Zwar drängt sich der Gedanke an eine drüsige Natur wohl am stärksten auf, da die grössten Ballen und Tropfen den Charakter von Secretmassen nicht verleugnen können. Aber das netzförmige, von Transversalmuskelbündeln in schiefem Verlauf (auf Flächenschnitten) durchbrochene Gewirr lässt nirgends Anfang oder Ende deutlich auffinden. Man hat sofort den Eindruck eines von hinten nach vorne gerichteten Verlaufes der ganzen Gewebsmasse, doch von den Seiten, wie von vorne drängen sich immer neue Ballen und Schleifen vor, und von einer Ausmündung ist nirgends eine Spur. Dazu kommen noch die Beobachtung anfangs irreführende Einzelnheiten: stark gefärbte, besonders bei Doppelfärbungen im Farbenton ähnliche Elemente der subcuticularen Schichten, die in den Fig. 3 u. 4 auf Taf. I angedeutet erscheinen,

inselförmige, von zahlreichen Hohlräumen gelöster Kalkkörperchen und verwickelter Gefässschlingen durchbrochene Anhäufungen der Subcuticularzellen verleiten immer wieder von neuem am Körperrande nach etwaigen Mündungsstellen zu suchen.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erkenntniss der Sachlage machen wir, wenn wir uns zur Betrachtung von Bildern wie auf Taf. I in Fig. 6 wenden, einem Stück eines Flächenschnittes, mit Hämatoxylin discret gefärbt, bei stärkerer Vergrösserung. Hier zeigt sich die drüsige Natur der besprochenen Gewebe ganz deutlich. Wir sehen verschieden grosse, kleinere, mittlere und ganz mächtige, schlauch- und beutelförmige Drüsenkörper, die, meist fest aneinander geschmiegt, immer nach vorne zu sich in feine, capillarenartige Ausführungsgänge verschmälern. Die Gänge drängen sich in unregelmässig welligem Verlauf fest zusammen und machen vielfache Bogen und Knickungen, die wahrscheinlich durch den Verlauf der übrigen Körpergewebe, die von ihnen durchbrochen werden, bestimmt sind. Die einzelnen Gänge behalten, einmal dünn geworden, ihr Lumen wohl fortan im ganzen bei, können sich aber doch auch stellenweise erweitern und ausdehnen, wie unter Stockungen des abfliessenden Secretes. Sie sind oft auf lange Strecken deutlich zu verfolgen, entziehen sich aber endlich der Beobachtung, wie das bei ihrem unregelmässigen Verlauf, indem sie sich vielfach drehen und umeinander winden, durch zwischen sie fest eingepackte neue Drüsenkörper unterbrochen und durch deren Ausführungsgänge an Zahl vermehrt werden, natürlich ist. Man kann nicht sagen, ob sie in einander einmünden; gesehen habe ich das nie. Die Drüsenkörper selbst erscheinen auf diesen Bildern, die zunächst nirgends dem Gewebe eigenthümliche Kerne zeigen, prall mit Secret gefüllt, das, selbstverständlich nach Behandlung mit den wasserentziehenden Reagentien, den Charakter einer zähen, die Kernfarbstoffe begierig festhaltenden Flüssigkeit darbietet.

Man findet in der Masse grössere und kleinere Vacuolen, auch stark lichtbrechende Punkte und Körperchen, die wie ein fester Niederschlag aussehen. Auch die Ausführungsgänge selbst, sind, wie schon angedeutet, von Stelle zu Stelle sichtlich von dem enthaltenen Secret aufgetrieben.

An dünneren Schnitten und bei starker Beleuchtung sind in den Drüsenkörpern auch die Kerne nachzuweisen (Taf. 1, Fig. 7). Besonders günstig sind hiezu Vesuvin- oder Bismarckbraunfärbungen, oder Doppelfärbungen mit diesen Farbstoffen und Pikrinalkohol, die den Körper der Zelle gelb, den Kern braun erscheinen lassen.

Der Körper der Zelle erscheint an solchen Präparaten mit deutlichen Kernen häufig auch fein granulirt, was ich so deute, dass hier noch das secernirende Plasma erhalten, sonst vom Secrete mehr oder weniger vollständig verdrängt ist. Aber auch in Zellen, die mit Secret ganz ausgefüllt sind, findet man oft deutliche Kerne: in Fig. 7 auf Taf. I sehen wir beide Arten nebeneinander.

Nicht nur in beutelförmigen, sondern auch in schmalen, langgezogenen Zelltheilen sind Kerne gelegen, niemals jedoch in zweifellos als Ausführungsgänge sich darstellenden Abschnitten. Die erwähnten schmalen Theile sind wohl nur im Durchschnitt schmal erscheinende Theile eines grösseren Zellleibes. Wenn bisweilen in der Längsausdehnung einer Zellportion mehrere Kerne hintereinander, oder wenn mehrere Kerne der Breite einer Zelle nach nebeneinander zu liegen scheinen, so ist zu bedenken, dass die Grenzen der dicht aneinander gedrängten Drüsenleiber oft sehr undeutlich werden.

Ich glaube, dass alle Theile des Drüsencomplexes aus einzelligen Drüsen zusammengesetzt sind, wie dies ja dem allgemeinen Drüsentypus der niederen Evertebraten entsprechen würde. Doch muss ich gestehen, dass meine Präparate zur sicheren Entscheidung dieser Frage kaum genügen.

Dagegen fand ich an einigen derselben die Ausmündung der Drüsen, und zwar an einer ganz unerwarteten Stelle auf. Wenn man in der ersten durch die Kopfspitze gelegten Querschnittfolge jene Schnitte sorgfältig durchsieht, auf welchen die oben erwähnte kleine Masse, wie es bei schwächerer Vergrösserung scheint, dickerer, auffällig gefärbter Drüsenschläuche sich an die Rüsselscheide herandrängt (Taf. 1, Fig. 4, dr_1), so findet man in manchen günstigen Serien einige, aber nur ganz wenige aufeinanderfolgende Schnitte (auf meiner Serie ungefähr der 20. bis 30. Schnitt), die schön zeigen, dass die Drüsen an einer kleinen, eng begrenzten Stelle dieser Region, also nahe der Kopfspitze, von der inneren Seite her mit ausserordentlich zarten, dicht aneinandergedrängten feinen Ausführungscanälchen die dicke Rüsselscheide durchbohren und in das innere Rüsselscheidenepithel übertreten (Taf. II, Fig. 12). Die langgedehnten Drüsenschlauchenden treten mehr oder weniger parallel, geschlängelt, bis lebhaft gewunden, mit feineren und gröberen Körnchen erfüllt, zu Strassen vereinigt aus dem Parenchym, dessen Kerne noch allenthalben zwischen ihnen eingeklemmt erscheinen, bis an die Rüsselscheide heran. Diese wird offenbar mit verhältnissmässig wenigen Löchern, jedes für eine mächtige Gruppe

von Ausführungscanälchen, durchbohrt; denn beim Uebertritt in die Scheidenwand ist jede Gruppe von Ausführungsröhrchen halsartig eingeschnürt, um sich in der Scheidenwand sofort wieder beutelförmig zu erweitern und in sehr zierlichen, feinen Strängen, die theils leer, theils mit Secret, oft sogar mit verhältnissmässig sehr grossen Kügelchen erfüllt sind, bisweilen mit einer scharfen Knickung, in das Rhynchocoelomepithel überzutreten.

Hat man die Durchbruchsstellen durch die Rüsselscheiden einmal aufgefunden, so erkennt man sie an halbwegs günstig gefärbten Schnitten aller Richtungen, besonders an Hämatoxylinpräparaten, leicht wieder, auch dann, wenn das Präparat die Analyse der einzelnen Drüsenröhrchen in der Rüsselscheidenwand, die nur selten deutlich sind, nicht gestattet. So werden sie an sagittalen Längsschnitten, die parallel zur Medianebene geführt sind (Taf. II, Fig. 12, dr_1) sichtbar, an denen man bemerkt, dass die Richtung dieser letzten Stücke der Ausmündungsröhrchen zugleich eine entschieden von vorne nach hinten gerichtete ist und fast ganz parallel zur Längsachse des Körpers liegt. Oder an Flächenschnitten (Taf. III, Fig. 21, *dr*), die eben diese Lage durchaus bestätigen. Man findet auf solchen Hämatoxylinpräparaten die ausführenden Abschnitte an jedem Rüssel zu mehreren recht derben Strängen vereinigt, die sich meist, schon wegen der sehr dunklen Färbung des Secretes nicht weiter analysiren lassen; die eigentlichen Drüsenröhrchen, wie sie uns Fig. 12 auf Taf. II so schön zeigt, lassen sich hier nicht wieder erkennen.

Wiederholte Untersuchungen bringen bald ziemlich sicheren Grund für die Annahme, dass die ganze mächtige Drüsenmasse, die einen so imposanten Mantel um alle Organe des Scolex von dessen Spitze bis fast zum hintersten Ende bildet, nur an den bezeichneten vier kleinen circumscripten Stellen mit ihren Endröhrchen die Rüsselwand durchbricht, dass sich sämmtliche Ausführungsgänge, auch der zu hinterst gelegenen Drüsen hier zusammenfinden. Sind die Drüsen wirklich einzellig, so durchziehen die hintersten derselben eine Strecke von 7—8 Mm. und haben bei ihrem vielfach welligen und unregelmässigen Verlaufe eine noch bedeutend grössere eigentliche Länge.

Ich glaubte nun lange, in den vorstehend beschriebenen, bereits alle Theile dieses Organsystems vor mir zu haben. Ich hielt die Durchbrechungen der Rüsselscheiden für wirkliche Ausmündungen in das Rhynchocoel und die Drüsen selbst für die Erzeuger der Rhynchocoelomflüssigkeit.

Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Was den Beobachter zuerst auf das Unzulässige einer solchen Deutung aufmerksam macht, ist der Umstand, dass die Rhynchocoelomflüssigkeit, wo sie auf Schnitten als ein ausserordentlich feinkörniger, den Wänden anklebender oder im Lumen des Rhynchocoels zusammengeschrumpfter Niederschlag erscheint (z. B. Taf. II, Fig. 13, *rcs*), ganz im Gegensatz zu den Drüsen und dem in ihnen enthaltenen Secret keine Neigung zeigt, Kernfarbstoff anzunehmen. Hämatoxylin und Safranin z. B. lassen sie fast ungefärbt, nur in ganz dicken Schichten merkt man einen schwach blauen oder rothen Ton. Eosin färbt sie rosa, Pikrinsäure gelblich, immer bleibt die Färbung eine minimale, an dünneren Schnitten gar nicht merkliche.

Umsomehr fällt bei Hämatoxylinfärbung, besonders bei Doppelfärbungen mit Eosin, die tiefblaue Färbung der Rüsselwand auf, die vollkommen mit dem Ton der Drüsen und ihrer Ausführungsgänge übereinstimmt, noch mehr ein tiefblauer, an dickeren Schnitten bis blauschwarzer Niederschlag in den eingestülpten Rüsselröhren, besonders in deren hinterstem Ende, den ich lange Zeit für eine ärgerliche Fällung des Farbstoffes halten konnte und nicht beachtete, da andere Färbemittel die Erscheinung nicht annähernd so auffallend zeigten. Erst sorgsame Filtrirungen der angewandten Blauholzextracte, langandauerndes Entfärben mit salzsauerem Alkohol und die Regelmässigkeit des Auftretens zeigten, dass hier thatsächlich ein Secret vorliege, das durch diese empfindliche Farbenreaction ausgezeichnet ist.

Ehe ich jedoch auf diese Verhältnisse näher eingehe, muss ich wenige Worte über den abweichenden Rüsselbau der Formen der *Attenuatus*-Gruppe einflechten, nur gerade so viel, als zum Verständniss der folgenden Auseinandersetzungen nöthig ist.

Der Rüssel unserer Arten unterscheidet sich in einigen Punkten wesentlich von dem Typus, den ich seinerzeit an *Tetrarhynchus ruficollis* Eisenh. (= *longicollis* van Ben.[1]) beschrieb, und der für viele Tetrarhynchen giltig ist. Der wichtigste Unterschied ist, dass der Retractor, der Rückziehmuskel, innerhalb der Rüsselscheiden endet und gar nicht in den Muskelkolben eintritt (T. II, Fig. 13, *ret*). Die Rüsselscheiden stellen weite und dickwandige Röhren vor, die, abgesehen von ihrem Vorderende, fast gerade nach hinten verlaufen und kurz vor dem Muskelkolben durch einen klappenartig gegen ihr Lumen vorspringenden Zapfen der Wand (T. II, Fig. 13,

[1]) l., p 208—215.

rsz) verengt werden. Dieser Zapfen steht im Lumen der Rüsselscheide an jenem Theile ihrer Wand, der gegen die Aussenseite des Körpers zu gelegen ist, und entspricht bekannten Apparaten anderer Arten.

An der der inneren Körperseite zugekehrten Wand der Rüsselscheide heftet sich im Lumen dem Zapfen gegenüber die starke Sehne des Retractors schief an. Der Retractor selbst beginnt bei vollständig zurückgezogenen Rüsseln ungefähr in der Hälfte der Länge der Rüsselscheiden kegelförmig in voller Breite des Rüssels, verschmälert sich sodann, um mit einer plötzlichen, geringen Anschwellung stempelförmig an der Sehne zu endigen (T. II, Fig. 13). Aus diesen Verhältnissen geht ein weiterer Unterschied aus dem sonst typischen Rüsselbau hervor: die Länge der Rüssel beträgt nur ungefähr die Hälfte der Rüsselscheidenlänge, und wenn ein Rüssel vollkommen eingestülpt ist, liegt seine hintere Spitze ungefähr in der Hälfte der Scheidenlänge. Endlich — doch geht uns das hier schon weniger an — mündet die Rüsselscheide sozusagen nicht direct in den Kolben: dort, wo Zapfen und Stempel liegen, entspringt nämlich aus der hier scheinbar abgeschlossenen Rüsselscheide ein ungefähr u-förmig auf sich selbst zurückgebogenes Rohr, dessen lichte Weite kaum ein Drittel des Rüsselscheidendurchmessers beträgt, das die Verbindung mit dem Muskelkolben herstellt (T. II, Fig. 13, *v*, hier in ganz beiläufiger Reconstruction in die sonst mit der Camera entworfene Figur eingezeichnet). Weder im Lumen dieses Verbindungsröhrchens, noch in dem des Muskelkolbens findet sich, wie nach dem Gesagten natürlich, auch nur eine Spur des Retractors. Die auffallendste Erscheinung des ganzen eingezogenen Rüsselapparates ist nun, wie schon angedeutet, ein eiförmiger Hohlraum von ganz constanter Grösse, der mit tief dunkelblau gefärbtem Secret vollgefüllt gerade an der Verbindungsstelle der Rüsselspitze mit dem Retractor liegt (T. II, Fig. 13 *ss*). Die grosse Achse des ellipsenförmigen Längsschnittes fällt mit der Längsrichtung des Retractors zusammen.

Verfolgt man jedoch sämmtliche aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie, so findet man leicht, dass dieser eiförmige Secretsack keineswegs geschlossen ist, sondern dass er durch einen engen Gang direct nach vorne in das Rüssellumen übergeht und somit die Gestalt einer Flasche hat (T. III, Fig. 7, *ss'*). Der Rüssel selbst — immerfort ist allein an den völlig eingestülpten gedacht — wird in seinen äusseren Umrissen durch die Einlagerung dieses Reservoirs nicht beeinflusst. Wir sehen ihn sowohl von vorne als von der Seite in ganzer Länge fast von gleicher Stärke. Nur von der äusseren

Mündung, die nicht ganz unbeträchtlich enger ist, bis zum Ende des ersten Fünftels schwillt er etwas an und im letzten Fünftel fällt er etwas ab, so dass ungefähr die mittleren drei Fünftel eine leichte Ausbuchtung zeigen. Diese aber ist ganz ausgesprochen im Lumen des Rüssels, nur dass dessen Verengerung in den Hals des Fiaschettos schon bald nach der Hälfte der Rüssellänge beginnt. Daraus folgt nun, dass von dieser Stelle an bis zum engsten Theile des Fiaschettohalses die Rüsselwand stetig an Dicke zunimmt.

Es liegt also in der Rüsselspitze, bei zurückgezogenem Rüssel an dessen hinterstem Ende ein im letzteren Falle mit dem Lumen des Rhynchodäums — folglich bei völlig ausgestülpten Rüsseln direct mit der Aussenwelt — durch einen flaschenhalsartigen engen Theil communicirender birnförmiger Sack, der mit einem gegen Hämatoxylin ungemein empfindlichen Secret vollgefüllt erscheint. Dieses Secret gleicht völlig dem unserer Drüsen, die wir die Rüsselscheide durchbrechen und ins innere Rüsselscheidenepithel übertreten sahen, ohne dass sich ihr Secret ins Rhynchocoel ergösse, und wir müssen daher fragen: Sind Wege auffindbar, auf denen das Secret unserer Drüsen in die Rüsselwand und in das Lumen des eingestülpten Rüssels, speciell in den S e c r e t s a c k, wie wir das beschriebene Reservoir nennen wollen, gelangen kann?

Diese Frage ist mit einem unbedingten Ja zu beantworten, wenn auch an zwei Punkten meine — ohne alle specielle Rücksichtnahme auf diese Fragen und durchaus lange, ehe ich den gesammten Zusammenhang auch nur ahnte — angefertigten Präparate der wünschenswerthen absoluten Klarheit entbehren.

Ich schlage in meiner Darstellung wieder wie bisher vollkommen jenen Weg ein, den ich selbst in der schrittweisen Erkenntniss der Sachlage gegangen bin.

Zunächst fällt auf Querschnitten durch die Kopfspitze schon bei ganz schwachen Vergrösserungen auf, dass der Querschnitt des Rüssels nicht frei im Lumen der Rüsselscheide zu liegen, sondern dass sich auf einer langen Reihe von Schnitten ein schleifenförmiges Bändchen von der Scheidenwand zur Rüsselwand hinzuziehen scheint (Taf. I, Fig. 4). Dasselbe ist umso auffälliger, als es erstens genau gegenüber der Stelle liegt, an der sich die Endabschnitte unserer Drüsen an die Rüsselwand hindrängen, und zweitens auf Hämatoxylinschnitten die gleiche tief dunkelblaue Färbung wie diese Drüsen aufweist. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man an einzelnen günstigen Schnitten auch deutlich, dass in dem Bändchen

dicht aneinander gedrängt zahlreiche secreterfüllte Lumina von Drüsengängen liegen (Taf. II, Fig. 18, *ib*); häufig erscheint jedoch das ganze Bändchen von einer nicht weiter auflösbaren blauen Masse aufgebläht. Noch überzeugender wird die Sache auf frontalen und sagittalen Längschnitten: auf ersteren (Taf. III, Fig. 21, *ib*) drängt sich in nicht abzuweisender Art die Zusammengehörigkeit dieses Bändchens mit den im Kopfparenchym gelegenen Endabschnitten der Drüsen und deren Durchbrüchen durch die Rüsselwand auf, auf letzteren (Taf. III, Fig. 17, *ib*) zeigt sich das Bändchen in Form und Verlauf als ein vom Vorderende der Rüsselscheide nach der bauchigen Stelle der Rüsselwand ziehender, keineswegs zarter Strang. Ja man erkennt auf diesen Schnitten, dass ausser diesem inneren, d. h. dem Innern des Kopfes zugewandten Bändchen auch noch ein zweites ganz änliches, aber viel schwächeres und kürzeres äusseres Bändchen vorhanden ist (Taf. III, Fig. 17. *äb*), das sich dann auch auf den Querschnitten regelmässig auffinden lässt (Taf. III, Fig. 18, *äb*).

Hat man sich so die Ueberzeugung verschafft, dass die Durchbruchstellen der Drüsen durch die Rüsselscheiden zunächst keine directen Ausmündungen vorstellen, sondern dass ihre Ausführungsgänge, wohl in ihrer Gesammtheit, von diesen Durchbruchstellen in die acht Rhynchocoelombändchen, die vier inneren und die vier äusseren, übertreten und von diesen in die Rüsselwand hinübergeleitet werden, so ist der weitere Verlauf dann leicht und klar festzustellen.

Einmal kann man in den verschiedensten Horizonten der Rüsselwand mit dem dunklen Secret der Drüsen völlig erfüllte, in der Längsrichtung der Rüssel verlaufende Schläuche leicht auffinden, und zwar sowohl auf Flächenschnitten, wie Taf. I, Fig. 11, dr_2 und Fig. 8, dr_2, als auch auf Querschnitten, wo sie bald nur als grosse rundliche, tiefblaue Flecken, bald als scharf umgrenzte, von einem dicken Cuticularsaum gebildete Ringe mit einem dunklen Secretpfropfen in der Mitte erscheinen (Taf. III, Fig. 18, dr_2).

Die letztere Erscheinungsweise ist aber eigentlich schon für den folgenden und letzten Abschnitt der Drüsengänge, die queren Durchbrüche durch die Rüsselwand nach der Rüsseloberfläche oder dem Rhynchodäum charakteristisch. Diese letzteren, die eigentlichen Ausführungsgänge, trifft man in grosser Zahl, gleichfalls auf der ganzen Rüsseloberfläche (Taf. II, Fig 14, dr_3 und die Mündungen selbst zwischen den Rüsselhaken; ferner Taf. III, Fig 18, dr_3 und noch drei andere, hier abgebildete; endlich Taf. III, Fig. 19, wo man

zwei die äusserste Schichte der Rüsselwand durchbrechen und in den Secretsack münden sieht).

Es ist hier der Ort, in aller Kürze wenige Worte über den Bau der Rüsselwand einzufügen, nur so viel, als sich schon bei flüchtiger Untersuchung aufdrängt und zu den Drüsen in einiger Beziehung steht. Hauptsächlich besteht sie aus zwei Schichten, einer zelligen, und einer wenn auch nicht ganz structurlosen, so doch cuticulaähnlichen, der sonstigen Cestodencuticula ähnlichen. Die erstere zeichnet sich durch auffallend kleine Kerne, durch dunkle Gesammtfärbung, körnige Beschaffenheit des Plasmas bei sehr unklarer, verschwommener Structur aus und ist das Lager der längsverlaufenden Drüsengänge (Taf. II, Fig. 12, *re*, Fig. 15, *a* und *b*, Fig. 16, rw_3, Taf. III, Fig. 18, rw_3). Ich habe sie in den Tafelerklärungen wiederholt kurzweg als Rüsselepithel bezeichnet und glaube, dass sie zu dem darüberliegenden Theile in demselben Verhältnisse steht wie die Subcuticularzellen zur Cuticula bei den Cestoden überhaupt. Ihre Structur ist wegen der tiefen Tingirung, wie gesagt, sehr unklar, doch stelle ich mir vor, dass allenthalben massenhafte, dicht aneinandergedrängte und verklebte Drüsengänge vorliegen, zwischen denen zusammengepresst, mannigfach zerquetscht, polygonal abgeplattet (Taf. III, Fig. 19), zum Theil vielleicht selbst drüsig umgestaltet, die eigentlichen Epithelzellen liegen. Auf solche Verhältnisse wäre es auch zurückzuführen, dass man ebensowenig von einer einzigen Lage dieser Zellen sprechen kann, als von einer nur annähernd regelmässigen Mehrschichtigkeit. Im hinteren Theile des Rüssels treten musculöse Elemente auf, die zu weit von einander abstehenden parallelen, hie und da aber auch diagonalen Längsmuskelbündeln vereinigt (Taf. III, Fig. 17, *m*), die Gewebe der Rüsselwand hauptsächlich im Gebiete des Secretsackes und seines Halstheiles, und zwar in ziemlich unregelmässiger Vertheilung (Taf. II, Fig. 15, die hellen Flecken) durchziehen und sich ausserdem noch an der Bildung einer supraepithelialen, unter der eigentlichen Cuticula gelegenen Schicht (Taf. II, Fig. 16, rw_2, Fig. 15: die dem Rhynchodäum abgewandten Auszackungen des von der Cuticula gebildeten hellen Ringes; Taf. III, Fig. 19) zu betheiligen scheinen. Es macht den Eindruck, als ob diese Muskelzüge direct nach vorne ziehende Fortsetzungen der Retractormuskel wären, wobei aber zu beachten ist, dass die einzelnen Fibrillen der letzteren durchwegs weitaus stärker sind wie die der Rüsselmuskel. Andererseits drängen sich die den ganzen Secretsack umgebenden zelligen Elemente der Rüsselwand in zahlreichen zipfelförmigen

Auskeilungen auch noch eine geraume Strecke zwischen die vordersten Theile der Retractormusculatur hinein (Taf. III, Fig. 17).

Diese Fibrillenschicht der Cuticula des Rüssels, wie die ganze eigentliche Cuticula (Taf. II, rw_2, rw, T. III, rw_1) erscheinen auf Hämatoxylin-Eosinpräparaten stets hell rosenroth gefärbt. Von der Structur der Cuticula interessirt uns hier nur ein Umstand: ihre äusserste, dem Rhynchodäum zugewandte — bei ausgestreckten, Rüsseln also äussere — Oberfläche erscheint zwischen den Haken, die in ihr sitzen, von einem zwar dünnen, aber scheinbar festen, chitinigen Häutchen überkleidet, das sich in tausend kleinen Fältchen zusammenlegt (Taf. III, Fig. 18).

Dieses chitinige Häutchen nun dringt mit seinen Falten in die Ausführungsgänge der Drüsen, soweit sie in der Cuticula liegen, ein (Taf. III, Fig. 18, dr_3) und verleiht ihnen jene unregelmässige, vielfach geknickte und gebogene Gestalt, die beim ersten Anblick an künstliche Risse gemahnt. Ja es dringt auch noch tiefer in die zellige Rüsselwand vor und bildet hier die schon erwähnten scharfen Ringe um die Secretmassen der querverlaufenden Drüsengänge (Taf. I, Fig. 8, dr_3, Fig. 9). Das Secret selbst erfüllt den vorderen Theil des eingestülpten Rüssels mehr oder weniger vollständig und bildet hier einen flockig-körnigen Niederschlag (Taf. III, Fig. 18). Im rückwärtigen Theile, besonders im Secretsack und seinem Halse, ist es zu einer wolkigen, körnig-käsigen Masse fest zusammengebacken, die kleinere und grössere Hohlräume umschliesst: rundliche, die auf Flüssigkeitstropfen deuten, die von den angewandten Reagentien ausgezogen worden sind, und scharfkantig und eckig begrenzte, durch die beim Schneiden zum Theile herausgefallenen Häkchen, die ja auch noch in der Wandung des Secretsackes stehen, verursacht (Taf. II, Fig. 15).

Wir haben also in dem Vorstehenden ein mächtiges, in der Rindenschicht des ganzen Kopfes von *Tetrarhynchus attenuatus*, *megacephalus* etc. autt., mit Ausnahme der völlig freibleibenden Haftscheiben, verbreitetes Drüsensystem kennen gelernt, das aus grossen, beutelförmigen, wie es scheint, einzelligen, büschelförmig zusammengedrängten Drüsen besteht, Tausende von secreterfüllten Gängen nach vorne entsendet, wo sich dieselben, in der Kopfspitze, an vier circumscripten, dem Kopfinnern zugewandten Stellen einen Weg durch die Rüsselscheiden bahnen, in acht strangförmige, frei im Rhynchocöl ausgespannte, vom vordersten Ende der Rüssel-

scheide nach hinten zur (eingestülpten) Rüsselwand ziehende Bändchen und aus diesen in die Rüsselwand übertreten, um in dieser in langen, der Längsrichtung der Rüssel folgenden Röhrchen sich allenthalben zu verbreiten und endlich mit kurzen, chitinig ausgekleideten, quer umbiegenden Endabschnitten die Rüsselwand zu durchbohren, an ihrer Oberfläche zu münden und das ganze Rhynchodäum, besonders aber einen in der Rüsselspitze gelegenen, flaschenförmigen Secretsack mit ihrem gegen Kernfarbstoffe, in erster Linie gegen Hämatoxylin äusserst empfindlichen Secret zu füllen. Ich bezeichne diese Drüsen zum Unterschiede von allen anderen, dem Tetrarhynchenkopfe und dem Cestodenscolex überhaupt eigenthümlichen als Rhynchodäaldrüsen.

Da das Vorstehende über die Hauptsache: über die Existenz eines mächtig entwickelten Drüsensystems, seine Lagerung und seinen Verlauf bei den grossköpfigen Tetrarhynchen, ein klares Bild geben dürfte, habe ich diese Publication nicht noch weiter hinausschieben wollen, als dies ohnedies geschehen ist, wenn sie auch in vielfacher Richtung noch wichtiger Ergänzungen bedarf und, entsprechend der sehr beschränkten Menge zur Verfügung stehenden Untersuchungsmateriales und seinem Erhaltungszustande, nur eine Art vorläufiger Skizze geben kann. Viel genauer ist z. B. noch das Verhalten der Kerne in den verschiedenen Abschnitten des ausführenden Theiles und dessen ganze histologische Structur festzustellen, ferner das Umbiegen der längsverlaufenden Rüsselcanäle in die queren Ausmündungsabschnitte, wie wohl kaum anzuzweifeln ist, aber direct nicht beobachtet wurde. In Bezug auf den ersten Punkt wäre nämlich besonders klarzulegen, ob die Drüsenabschnitte bis zum Durchbruche der Rüsselscheidewand als sehr verlängerte Ausführungsgänge einzelliger Drüsen zu betrachten sind, was ich nicht im mindesten bezweifle — die ausserordentliche Verlängerung sonst gedrungener histologischer Elemente ist ja für die Cestoden überhaupt charakteristisch — und ferner, ob die folgenden Abschnitte, vom Eintritte in die Bändchen und in die Rüsselwand angefangen, auch noch diesen Charakter haben, oder ob sie hier in intercellulären Bahnen ihre Fortsetzung finden, wie ich beinahe glauben möchte.

Noch viel fragmentarischer sind einige hier noch anzuschliessende Angaben über Beobachtungen dieses Organsystems bei anderen Arten, fragmentarisch besonders mit Rücksicht auf den Umstand, dass ich hier durchgehends bisher nur den ersten Theil des gesammten Drüsensystems, die im Scolex in langgestreckten

Zügen verlaufenden Drüsenleiber, nicht aber den Durchbruch ihrer Ausführungsgänge oder vollends die Mündungen auffinden konnte.

Diese kurzen Angaben, denen seinerzeit bei den von mir vorbereiteten genaueren Einzelnbeschreibungen dieser Formen weiteres folgen zu lassen ich mir vorbehalte, beziehen sich auf *Tetrarhynchus Benedeni* (Créty), *tetrabothrius* van Ben., *erinaceus* van Ben., *smaridum* Pintn., *scolecinus* Wagen. u. a.

Sehr auffallend gestalten sich die Kopfdrüsen bei *Tetrarhynchus tetrabothrius* van Ben. (T. II, Fig. 27, 28, 29). Sie liegen hauptsächlich in dem Theile zwischen Bothridien und Muskelkolben (Fig. 27) und zeigen schon bei schwacher Vergrösserung zwei von einander verschiedene Typen: im hinteren Abschnitte liegen mächtige, unregelmässig aufgebauchte Drüsensäcke voll von Secret, das — alle meine wenigen Präparate sind Carminfärbungen — ein helles, glänzendrothes Colorit zeigt (Fig. 29). Ihre Kerne sind nicht sichtbar. Nach vorne zu verschmälern sie sich in verhältnissmässig nicht allzu dünne, wellig verlaufende, einander streckenweise parallele Ausführungsgänge, die sich weit verfolgen lassen. Mündungen konnten bisher nicht aufgefunden werden.

Vor diesen Drüsensäcken liegt eine Region grosser, unregelmässig eiförmiger Zellen (Fig. 27, die hellen Körper im vorderen Abschnitte der Figur, und Fig. 28) mit homogenem, weitaus weniger intensiv gefärbtem Plasma und schönen kugeligen Kernen mit deutlichem Nucleolus. Bei den Kernen fiel wiederholt eine excentrische Lage dicht an der Zellwand auf. Von Ausführungsgängen, überhaupt von Fortsätzen, ist an diesen Zellen nichts wahrzunehmen.

Die Homologie der erst beschriebenen Kopfdrüsen mit den Rhynchodäaldrüsen der *Attenuatus*-Formen scheint mir ziemlich gewiss. Bei der zweiten Art von Zellen könnte dies umsomehr fraglich scheinen, als nicht einmal ihr Drüsencharakter nachgewiesen ist; doch glaube ich mit der Annahme nicht zu irren, dass sich eine Zugehörigkeit zu den Rhynchodäaldrüsen herausstellen dürfte.

Sehr ähnlich gestalten sich die Verhältnisse in dem langen und schlanken Kopfstiele von *Tetrarhynchus Benedeni* (Créty) (T. III, Fig. 23—26).

Wir sehen hier zunächst mächtige flaschenförmige Drüsen (Fig. 23, 24), unverkennbar mit Secretmassen erfüllt, die auch noch in die feinen, weithin nach vorne zu verfolgenden Ausführungsgänge sichtlich eindringen und sie stellenweise ausdehnen. In einem Präparate waren diese Drüsenzellen sammt ihren Ausführungsgängen in eigenthümlicher Weise imprägnirt (s. auch die Tafelerklärung)

und durch sehr dunkles Aussehen besonders auffällig. Sie zeigten hier regelmässig einen kugeligen hellen Raum (Fig. 23 und 24) im dicksten Theile des Körpers, den ich als Kern deute. Die Kerne sind übrigens an anderen Präparaten sehr deutlich zu sehen, zeigen auch hier wieder die charakteristische Kugelform mit centralem Kernkörperchen (Fig. 25). Der Ausführungsgang geht weder plötzlich in seiner vollen Schlankheit aus dem Drüsenbeutel hervor, noch findet ein ganz allmählicher Uebergang statt, sondern zwischen dem Zellkörper und dem fadenförmigen Theil schiebt sich ein doppelt oder mehrfach eingeschnürtes flaschenhals-, zwiebel- oder stempelförmiges Stück ein (s. die Abbildungen).

Wie bei *T. tetrabothrius* finden wir nun auch hier bei *Benedeni* noch eine zweite Zellenart. Die eigentlichen Drüsenzellen scheinen kaum über die vordere Grenze der Muskelkolbenregion hinaus noch nach hinten vorzudringen. Allenthalben zwischen ihnen aber und auch noch weit in der Muskelkolbenregion nach hinten zu finden wir mächtige, oft dicht in schmale Längsstreifen zusammengedrängte, eiförmige oder kugelige Zellen von sehr sonderbarem Aussehen (Taf. III, Fig. 26). Sie sind, wie bei *tetrabothrius* die zweite Zellenart, ohne alle Fortsätze, haben ein grobkörniges Plasma, das schwach röthlich gefärbt erscheint, und einen grossen, meist kugeligen Kern. Aber noch eine Eigenthümlichkeit zeichnet sie aus: zu jeder Zelle gehört ein grosses, kugeliges, tropfenähnliches Gebilde, das ihr aussen dicht ansitzt, oft tief in sie hineingepresst, wie in eine tiefe Grube der Zelle eingebettet erscheint, völlig homogenen und von Carmin nicht gefärbten, durch Osmium leicht gebräunten Inhalt zeigt und ein Viertel bis über ein Drittel des Volums der ganzen Zelle erreicht. Man findet auch hie und da allerdings solche Zellen ohne dieses Gebilde oder solche Kugeln ohne die zugehörigen Zellen; doch ist das so zu deuten, dass dann die beiden Theile durch die Schnittebene von einander getrennt worden sind.

Ich habe daran gedacht, ob diese Zellen nicht Drüsen im ersten Anfange ihrer secretorischen Thätigkeit sein könnten: es beginnt sich eben Drüsensecret abzusondern, das wäre der eigenthümliche tropfenförmige Körper, aus dem dann später das stempelartige Gebilde entstünde; das Secret vermochte aber noch nicht in den Ausführungsgang einzudringen, der erst nach dem Eintritt des Secrets sichtbar würde.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass ich bei den eigentlichen Drüsenzellen von *T. Benedeni* Bilder sah, an welchen einige Drüsenausführungsgänge bis hart an den Stirnrand zur Cuticula heran-

traten und hier auszumünden schienen. Alles das wird noch weitere Untersuchungen — die eben von weiterem Materiale abhängig sind — erfordern.

Ganz ähnliche Drüsengebilde fanden sich in grossen Massen bei *T. erinaceus* und *scolecinus*, höchst auffällig sind sie bei *lingualis* und *elongatus*, bei welchen Formen sich zum Theil tiefgehende Abweichungen in ihrer Lage, Vertheilung, Form geltend zu machen scheinen, worüber ich mir Genaueres vorbehalte. Vielleicht gehören auch schon am Toto-Präparate hervorstechende mächtige Drüsenmassen und Secretballen einer Tetrarhynchen-Larve aus der Rückenmusculatur von Pristiurus melanostomum, die auf Schnitten die Hauptmasse der Gewebe des Blasenkörpers ausfüllen, hieher.[1])

Nicht minder kommen solche Gebilde, die den Rhynchodäaldrüsen zuzuzählen sind, bei *T. smaridum* Pintn. vor, was mich zu einer kurzen Erwähnung der über unsere Gebilde vorliegenden wenigen Literaturangaben hinüberführt.

Gelegentlich einer früheren Beschreibung von *Tetrarhynchus smaridum*[2]) habe ich auf eigenthümliche Zellen im Parenchym dieser Form hingewiesen, von denen mir schon damals nicht zweifelhaft war, dass sie mit den Rhynchodäaldrüsen der *Attenuatus*-Formen identisch seien.

Ich nannte sie „Riesenzellen" nach dem Vorgange von LÖNNBERG[3]), der ihnen offenbar homologe Gebilde schon früher bei *T. tetrabothrius* beschrieben hatte.

EDWIN LINTON bildet eine Tetrarhynchen-Larve aus dem Darme von Carcharias littoralis ab[4]), die ganz an *T. scolecinus* erinnert, und zeichnet in derselben „racemose bodies"[5]), die ganz auffallend an unsere Rhynchodäaldrüsen erinnern, wobei aber nicht zu übersehen ist, dass sie, wie bei der oben erwähnten Pristiurus-Form, im Blasentheile der Larve, nicht im Scolex selbst liegen. LINTON sagt im Text, so viel ich sehe, über dieses Organ nur: „Four elongated racemose clusters of oval or pyriform bodies extend from about the front end of the contractile bulbs nearly to the posterior end of the body."[6])

---

[1]) Ich erhielt vor Jahren einige der erwähnten Larven von meinem geschätzten Freunde, Herrn Prof. MONTICELLI.

[2]) Nr. 2, pag. 638 (34).

[3]) Nr. 4, pag. 96.

[4]) Nr. 5, Taf. 63, Fig. 14 und 15.

[5]) Pag. 822.

[6]) Pag. 797.

Endlich gehört zweifellos ein grosser Theil der von A. Lang[1]) beschriebenen und von ihm als rudimentäre Speicheldrüsen in Anspruch genommenen Gebilde zu den Rhynchodäaldrüsen. Der übrige Theil derselben dagegen dürfte mit jenen, oben für *T. Benedeni* erwähnten Elementen identisch und vielleicht anders zu deuten sein. Auf diese Verhältnisse, speciell die von *T. elongatus*, komme ich bei späterer Gelegenheit ausführlich zurück.

Ich glaube nicht, dass unsere Drüsen sonst noch in der Literatur erwähnt werden.

In morphologischer Hinsicht ist zunächst festzustellen, dass das beschriebene Drüsensystem enge Beziehungen zu den Rüsseln eingeht, zu Organen also, die einer genau umschriebenen Thiergruppe mit aberranten Charakteren eigenthümlich sind. Solchen Organen ein Homologon suchen zu wollen, hat natürlich sein Missliches. Hievon abgesehen, dürfte daran erinnert werden, dass die Vertheilung der Drüsen im Körper und ihre ganze Form an sonst bei freilebenden Plathelminthen vorkommende, am Vorderrande des Körpers mündende Drüsencomplexe, in erster Linie an die Kopfdrüsen der Nemertinen erinnert. Auch die Rhynchodäaldrüsen sind schliesslich, wie diese, Organe der Kopfspitze. Dann scheint eine chemische Uebereinstimmung des Secrets bei beiden Thiergruppen vorhanden zu sein, denn auch für jene Drüsen der Nemertinen hebt Bürger die empfindliche Reaction gegen Hämatoxylin hervor. Aehnliche Gebilde finden sich bekanntlich auch bei zahlreichen Gruppen von Turbellarien.

Was die functionelle Bedeutung der beschriebenen Drüsen anlangt, die bei der räumlichen Ausdehnung des Gewebes wenigstens bei manchen Arten kaum eine untergeordnete sein kann, lässt sich über dieselbe zunächst wohl nichts Bestimmteres sagen. Für Cystenbildungen kann das Secret nicht in Anspruch genommen werden, weil die Drüsen nicht nur bei Larven, sondern auch bei Geschlechtsformen in voller Entwicklung zu treffen sind. Schleimdrüsen und Schleim haben ein anderes Aussehen, Klebstoffe dürften die Tetrarhynchen kaum benöthigen. Eine Giftwirkung wäre wohl gleichfalls nicht im Interesse dieser Parasiten. Es könnte aber vielleicht der complicirte Apparat des Tetrarhynchenrüssels eine Art Schmiere zum glatten Functioniren beim Aus- und Einstülpen nöthig haben. Auch könnte man vielleicht daran denken, dass für den Parasiten (und selbst für seinen Wirth) die Verhütung der Fäulniss im Rhyn-

[1]) Nr. 6, pag. 385, 393, 399.

chodäum von Vortheil wäre, da ja die Rüsselhaken beim Zurückziehen zahlreiche Gewebefetzen mit sich reissen. Eine Beziehung zur Bildung der Rüsselhaken hat das Secret wohl gewiss nicht. Kleine unscheinbare Häkchen im Secretsacke, die oft wie kleine Schüppchen aussehen, kleine Kügelchen, offenbar aus dem Hakenstoffe bestehend, in ihrer Umgebung, dann der Umstand, dass manche Haken mit einer dem Drüsensecret ähnlichen, nur helleren Masse gefüllt scheinen, könnten etwa zu einer solchen Annahme führen. Doch münden ja die Drüsengänge nicht in die Höhlung der Haken, sondern frei an der Rüsseloberfläche, und eine Vergrösserung der Haken an ihrer äusseren Fläche durch Apposition ist wohl ebenso auszuschliessen wie ein weiteres Wachsthum der Rüssel und Neubildung von Haken an der Rüsselspitze noch in so vorgeschrittenen Entwicklungsstadien, als hier besprochen wurden.

Literatur.

1. 1880. Th. Pintner, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen, in: Arbeiten d. zoolog. Inst. Wien. Tom. III, pag. 163—242, Taf. 14—18.

2. 1893. Th. Pintner, Studien an Tetrarhynchen nebst Beobachtungen an anderen Bandwürmern. I. Mittheilung: *Tetrarhynchus Smaridum* Pintner, in: Sitzungsb. k. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturwissensch. Classe, Bd. 102, pag. 605—650, Taf. 1—4.

3. 1896. Th. Pintner, Versuch einer morphologischen Erklärung des Tetrarhynchenrüssels, in: Biol. Centralbl., Bd. XVI, pag. 258—267, 3 Figg.

4. 1891. Einar Lönnberg, Anatomische Studien über skandinavische Cestoden, in: Köngl. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 24, Nr. 6. Stockholm, 109 pagg., 3 Taff.

5. 1897. Edwin Linton, Notes on larval Cestode parasites of fishes, in: Proc. Un. St. National Mus. Washington. Vol. 19, pag. 787—824, Taf. 61—68.

6. 1881. Arn. Lang, Das Nervensystem der Cestoden im Allgemeinen und dasjenige der Tetrarhynchen im Besonderen. In: Mitth. z. Station Neapel, 2. Bd., pag. 372—400, T. 15—16.

Tafelerklärung.

Buchstabenbezeichnung.

bo. Bothridien.
bom. Bothridienmusculatur.
cu. Cuticula. *ma.* Matrixzellen derselben.
dr. Rhynchodäaldrüsen.
dr_1. Jener Abschnitt der Ausführungsgänge, der die Rüsselscheide durchbricht.
dr_2. Längsverlaufende Drüsengänge der Rüsselwand.
dr_3. Drüsengänge, die die Rüsselwand quer durchsetzen und ins Rhynchodäum münden.
dr^1. Den Rhynchodäaldrüsen ähnliche zellige Gebilde.
e. Excretionsgefässe.
ka. Kalkkörperchen.
kah. Hohlraum des Parenchyms, in dem ein solches vor seiner Auflösung durch die Reagentien gelegen hatte.
ko. Muskelkolben der Rüssel.
m. Muskel. *mtr.* Transversalmusculatur. *mc.* Circularmuskel des Hautmuskelschlauches. *cmz.* Centralmuskelzellen.
n. Nervensystem.
pa. Parenchym.
r. Rüssel.
rd. Aeussere Rüsselhöhle, Rhynchodäum.
re. Inneres Rüsselepithel.
rw. Rüsselwand (1—4, deren verschiedene Elemente).
rs. Rüsselscheide.
rse. Inneres, *rsä.* Aeusseres Rüsselscheidenepithel.
rsi. Inneres Blatt der Rüsselscheide.
rsz. In das Rhynchocoel vorspringender Zapfen der Rüsselscheide.
rc. Innere Rüsselhöhle (Rhynchocoel).
rcs. Rhychocoelomflüssigkeit.
ret. Retractor.
äb. Aeusseres, *ib.* Inneres durch das Rhynchocoel ausgespanntes Bändchen.
ss. Secretsack der Rüsselspitze.
v. Verbindungsgang zwischen dem vorderen Theile des Rhynchocoels und dem Lumen des Rüsselmuskels.
wu. Wulst, der beide Sauggruben einer Körperseite umläuft und zu je einer Bothridie vereinigt.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Tetrarhynchus megacephalus* Rud.?, ein in Neapel September 1890 in der Leibeshöhle von Pristiurus melanostomum gefundener, 13·5 Mm. langer, bis 7 Mm. breiter Scolex. Frontaler Längsschnitt (Flächenschnitt), nahe der Körperfläche gelegen und sehr dick. *rs.* innerhalb der Haftscheibe *bo* gelegener Durchschnitt der Rüsselscheiden, unmittelbar hinter der äusseren Mündung der Rüssel. *dr.* Rhynchodäaldrüsen, durch Safranin sehr auffällig roth gefärbt. *cu.* Cuticula, in dicker Zone den Körperumfang umlaufend, da sie sehr tangential getroffen erscheint. Ung. 9malige Verg.

Fig. 2. Ein der Transversalebene genäherter Schnitt derselben Richtung und desselben Individuums. *bo.* die tiefsten, der Transversalebene am meisten genäherten Gewebelagen (Muskel) der beiden Haftgruben der Bothridien, nach der Medianebene zu von den Rüsselscheidenöffnungen durchbrochen, in denen die zurückgezogenen Rüssel wahrzunehmen sind. Vom Sauggrubengrunde gegen den Körperrand

strahlen fächerförmig ausgebreitete Transversalmuskelzüge aus. *dr.* die Rhynchodäaldrüsen. *ko.* angeschnittene Stücke der Rüsselmuskelkolben, an deren Vorderende sich die Rüsselscheiden, sowie starke, nach hinten und aussen strahlenförmig sich ausbreitende Muskelbündel ansetzen. *n.* die beiden seitlichen Hauptnerven. *e.* die mächtigen seitlichen Sammelröhren des Excretionsgefässsystems, die stark, aber regelmässig gewunden, in kurzen, gleichmässig von einander abstehenden, bogenförmigen Stücken durchschnitten erscheinen. Beide, Nervenstämme und Sammelröhren, heben sich lebhaft gefärbt aus dem umgebenden Parenchym ab, da ihnen dicht gedrängte Zellkerne äusserlich anliegen. Zwischen den beiden Sammelröhren der rechten und der linken Körperseite breitet sich ein bei dieser schwachen Vergrösserung äusserst zart erscheinendes Netz von Excretionsgefässen aus, das polygonale, von vorn nach hinten sehr niedrige, von rechts nach links breitgezogene Maschen besitzt und tiefer liegt als die mächtige Längsmuskelbündellage, die auf dem abgebildeten Schnitte noch den hintersten, zungenförmigen Theil des Körpers erfüllt, während sie nach vorne zu bereits fortgeschnitten ist. Dieselbe Vergrösserung, wie Fig. 1.

Fig. 3. Querschnitt durch einen *Tetrarhynchus megacephalus* Rud. nahe der Kopfspitze. Die 4 Rüssel ragen zum Theile noch frei hervor, ihre seitliche Stellung und Zugehörigkeit zu dem dorsalen, beziehentlich ventralen Bothridium zeigt sich deutlich. Die Mitte des Schnittes wird von den auffällig dunkel gefärbten Rhynchodäaldrüsenmassen eingenommen. Zwischen denselben sieht man 4, in der Subcuticularschicht der Bothridien zahlreiche Gruppen von Querschnitten der Excretionsgefässe. Die dunkle, stellenweise mauerzinnenartige Randzone unterhalb der hellen Schicht der Subcuticularzellen wird durch die tiefe Färbung der eigenthümlichen Enden jener fächerartig ausstrahlenden Muskelbündel bedingt, die auch in Fig. 2 seitlich von den Sauggruben angedeutet erscheinen. Vergrösserung ung. 22mal.

Fig. 4. Querschnitt desselben Thieres wenig unterhalb der Durchbruchsstellen der Rüssel. Vergr. ursprünglich wie in Fig. 3, doch ist die Zeichnung später etwas kleiner ausgeführt.

Fig. 5. Stück eines stark gefärbten, dickeren Flächenschnittes. Rechts die äussere Körperseite, links die Körpermitte gelegen; oben—vorne. Vergr. 104mal.

Fig. 6. Stück der Rhynchodäaldrüsenmasse auf einem Flächenschnitte, Hämatoxylinfärbung. Zwischen den Drüsen Transversalmuskelzüge und Parenchym. Vergr. 300mal.

Fig. 7. Rhynchodäaldrüsengewebe aus der Rüsselscheidenregion, von einem mit Safranin gefärbten Flächenschnitte von *T. megacephalus.* Der obere Rand der Figur ist die nach aussen, der rechte die nach vorne gekehrte Seite des Thieres. *dr.* die Drüsenmasse, in das Parenchym *(pa)* eingelagert. *mtr.* Jene auf Fig. 1 und 2 angedeuteten Transversalmuskel. *kah.* und eine 2. Stelle unmittelbar über der Drüsenmasse sind Höhlungen, in denen Kalkkörperchen eingelagert waren. *e.* Excretionsgefässe, an denen die epithelartig anlagernden Zellen schön zu sehen sind; sie gehören zweien über einander lagernden Netzen an, einem aus dünneren, einem aus etwas weiteren Gefässen. Vergr. 560mal.

Fig. 8. Stück der tangential getroffenen Rüsselwand, Hämatoxylinfärbung. dr_2 von vorne nach hinten in der Rüsselwand verlaufende Drüsenschläuche, mit dunkelblauem Secret erfüllt; dazwischen die Kerne der die Rüsselwand zusammensetzenden Zellen. d_3 ein die Rüsselwand quer durchsetzender Drüsengang, der ins Rhynchodäum mündet; ein dunkelblauer Secretpfropf wird von einem Ringe, dem Querschnitt der chitinisirten Wandung des Ausführungsganges, der sich gleichfalls dunkelblau färbt, umschlossen. Ebenso in

Fig. 9, nur dass die Stelle hier etwas schief getroffen erscheint. Bei beiden Figuren Vergr. ca. 540mal.

Fig 10. Stück eines Sagittalschnittes (parallel zur Medianebene) vom distalen Theile des Scolex, Hämatoxylinfärbung, um zu zeigen, wie die dunkelblau gefärbten Drüsengänge sich zwischen den Fig. 2, 6 etc. angedeuteten, transversal verlaufenden Fächermuskeln hindurchzwängen. In der Mitte des Querschnittes eines jeden Muskelbündels einer der Kerne desselben. Diese Kerne liegen in einer einfachen, geraden Längsreihe in der ganzen Länge des Bündels hintereinander. Dazwischen Parenchym mit Kernen und Excretionsgefässen. Vergr. 270mal.

Fig. 11. Stück eines Flächenschnittes (frontalen Längsschnittes), der durch den vordersten Theil eines Rüssels nahe der Mündung schief hindurchgeht; Hämatoxylinfärbung. *f* Falte, die die Rüsselbasis namentlich auf der Vorderseite umläuft und nach vorne zu innen von einer auffälligen Schicht von Kernen umgeben erscheint. dr_2 Drüsengänge (tief dunkelblau) der schief tangential angeschnittenen Rüsselwand an der dem zweiten Rüssel derselben Körperfläche (der Medianlinie) zugewandten Innenseite. Vergr. 55mal.

Tafel II.

Fig. 12. Stück eines Querschnittes von der Scolexspitze v. *T. megacephalus,* ungefähr aus der Region der Fig. 4 bei der Stelle dr_1. Safraninfärbung. Man hat sich den Schnitt ziemlich dick vorzustellen, so dass von dem einschichtigen Rüsselscheidenepithel *(rse)* nicht der reine Querschnitt, sondern, zumal auf der rechten Seite der Abbildung, ein flächenhaftes Stück zur Anschauung kommt. Das Rüsselepithel *(re)* erscheint von der Rüsselwand *(rw)*, die sich schwach färbte und eingelagerte Wurzelstücke der Haken *(h)* zeigt, stellenweise abgehoben. Das Rhynchodäum *(rd)* umschliesst den stark gefärbten Niederschlag einer Flüssigkeit, in der noch stärker gefärbte Schüppchen suspendirt sind. — Vergr. 433mal.

Fig. 13. Sagittaler (parallel zur Medianebene) Längsschnitt durch den Scolex v. *T. megacephalus.* Hämatoxylinfärbung. Die Rüsselwände, die Theile der Rhynchodäaldrüsen *(dr* u. dr_1*)* erscheinen tief blau gefärbt, am intensivsten das in dem Secretsack der Rüsselspitze enthaltene Secret, während die Rhynchocoelomflüssigkeit *(rcs)* hell bleibt, oder bei Doppelfärbung mit Hämatoxylin-Eosin rosenroth gefärbt erscheint. Der Niederschlag dieser Flüssigkeit erscheint auch noch bei weitaus stärkeren Vergrösserungen als den hier angewandten, ausserordentlich viel feinkörniger, als in der Figur ausgeführt ist und hätte hier höchstens durch einen ganz zarten, homogenen Ton entsprechend wiedergegeben werden können. Der Rückziehmuskel *(ret)* ist am hinteren Ende der Rüsselscheide durch eine starke Sehne schief an der Innenseite befestigt. Dieser Befestigungsstelle gegenüber springt die Rüsselscheidenwand mit einer Falte *(rsz)* zapfenförmig gegen das Lumen vor. Hier entspringt ein viel engeres Verbindungsrohr *(v)* zum Lumen des Muskelkolbens, das in der Figur nach den vorhergehenden und nachfolgenden Schnitten ungefähr reconstruirt erscheint. Vergr. 22mal.

Fig. 14. Sagittaler Längsschnitt (parallel zur Medianebene) durch die Scolexspitze, Rüsselmündung schief getroffen, Rüssel vollständig eingestülpt. dr_3 quere Drüsengänge der Rüsselwand, zwischen den Haken an der Rüsseloberfläche sieht man Mündungen. Gänge wie Mündungen durch das dunkelblaue Secret leicht kenntlich. Vergr. 55mal.

Fig. 15. Querschnitte durch den Secretsack der Rüsselspitze an vollkommen eingestülpten Rüsseln, Hämatoxylin-Eosinfärbung. Die dunkel gehaltenen Partien er-

scheinen auf dem Präparate blau, das Secret in der Mitte tief dunkelblau, die hellgehaltenen: äussere Rüsselwand und Längsmuskel-Bündelquerschnitte der Rüsselwand rosenroth, die Haken gelbbraun. *a* die Stelle, an der das Rhynchodoeum durch einen schmalen Hals in den Secretsack übergeht. *b* Schnitt durch den Aequator des Secretsackes; die beiden Rüsselquerschnitte stammen von demselben Scolexquerschnitt, und ihr gegenseitiger Abstand ist der natürliche. Vergr. 55mal.

Fig. 16. Stück eines Längsschnittes durch die Wand eines eingestülpten Rüssels, Doppelfärbung, Hämatoxylin-Eosin. Die linke Seite, die dem Rhynchodäum (somit äussere), die rechte, die dem Rhynchocoelom zugekehrte (somit innere) Fläche des (ausgestülpten) Rüssels. rw_1 oberste Cuticularschicht, in der die Haken sitzen. rw_2 fibrilläre Schicht der Cuticula, beide rosenroth. rw_3 zellige Lage der Rüsselwand. rw_4 der von dem „Bändchen“ an die Rüsselwand übertretende Drüsenstrang, die letzteren beiden blau gefärbt. Von einem frontalen Scolexlängsschnitte (Flächenschnitte). Vergr. 540mal.

Tafel III.

Fig. 17. Aus einem Flächenschnitte, Doppelfärbung mit Hämatoxylin-Eosin. Die Secretsäcke, die „äusseren“ und „inneren Bändchen“, die Rüsselwand, die hinter den Secretsäcken zwischen die Retractormusculatur vordringenden Kernstrassen und die am vordersten Rüsselende gelegenen kappenartigen Kerngruppen erscheinen mehr oder weniger tiefblau, das andere rosenroth, die Haken gelblich, die gegen den Secretsack zu und innerhalb desselben gelegenen mehr bräunlich gefärbt. Wo die Rüsselwand den Rüsselscheiden ohne Zwischenraum anliegt, ist die genau nach dem Objecte mit der Camera entworfene Zeichnung natürlich nur so zu deuten, dass im Präparate das den eingestülpten Rüssel allenthalben umgebende Rhynchocoel nicht sichtbar war. — Der rechts gezeichnete Secretsack *ss* ist tangential getroffen, daher erscheint er geschlossen, kleiner, und es schiebt sich zwischen ihn und die Rüsselspitze ein Stück Rüsselwand (bei m^1) ein, die die für die hintere Partie derselben charakteristische Längsmusculatur *(m)* zeigt. Der links gezeichnete Secretsack (ss^1) dagegen zeigt die offene Verbindung mit dem Rüssellumen. Vergr. 55mal.

Fig. 18. Querschnitt durch einen eingestülpten Rüssel aus der vordersten Region, mit den beiden, die Drüsengänge überführenden Bändchen *ib* u. *äb*. In der blau gefärbten Schichte rw_3 der Rüsselwand (vergl. Taf. II, Fig. 16) bedeuten die grössten Massen, dr_2, die Querschnitte der die Rüsselwand longitudinal durchsetzenden Drüsengänge, die mittleren die Kerne, die feinsten das allenthalben in den Zellleibern sichtbare Secret. dr_3 einer der vier auf der Figur wiedergegebenen queren Umbiegungen der längsverlaufenden Drüsengänge, die die rosenroth gefärbte Schichte rw_1 der Rüsselwand durchbrechen und ins Rhynchodäum, beziehungsweise auf der Oberfläche des ausgestülpten Rüssels münden. Vergr. 180mal.

Fig. 19. Ein Stück der Rüsselwand in der Secretsackregion im Querschnitt, Hämatoxylin-Eosinfärbung. Die hellen Theile rosenroth, der quergeschnittene Haken gelblich, das Uebrige dunkelblau. Vergr. 540mal.

Fig. 20. Sagittalschnitt, sehr randständig, in der Drüsenregion, hinter den Bothridien *bo,* deren hintere Umrandungen eben noch sichtbar sind. Das Mittelfeld wird von den Zügen der dunkeln Rhynchodäaldrüsen und heller Excretionsgefässe ausgefüllt, in den Seitenfeldern fallen zahlreiche Kalkkörperchen auf. Vergr. 22mal.

Fig. 21. Frontalschnitt durch die Region mit den Durchbruchsstellen der Rhynchodäaldrüsen durch die Rüsselscheiden (dr_1) und ihren Uebergang in die beiden inneren Bändchen *(ib)*. Vergr. 92mal.

Fig. 22. Querschnitt in der Höhe der Secretsäcke. Rechts und links von den 4 Querschnitten der Rüssel diejenigen der beiden Hauptstämme des Excretionssystems, ausserhalb dieser der Längsnerven, dorsal und ventral der Haftlappen. Links sieht man radiär geordnete Transversalmuskelbündel (hell, rosenroth bei Eosinfärbung), das besonders in der Subcuticularregion dunkel gefärbte Parenchym in strahlenförmige Streifen zerlegt, in denen die tief-dunkeln Drüsenkörperquerschnitte (Hämatoxylinfärbung) eingelagert erscheinen. Vergr. 22mal.

Fig. 23—26. *Tetrarhynchus Benedeni* (Créty) (= *T. tenuis* Van Ben.).

Fig. 23. Stück eines Flächenschnittes hinter den Haftlappen und vor den Muskelkolben. Man sieht die Rhynchodäaldrüsenkörper und ihre Ausführungsgänge in zwei Zonen rechts und links innerhalb des Excretionsgefässes *(e)* und Nervensystems *(n)*, ausserhalb der Rüsselscheiden *(rs)* geordnet. *cmz* die in ziemlich regelmässigen Abständen dissepimentähnlich aufeinanderfolgenden „Centralmuskelzellen" (vergl. Liter.-Verz. Nr. 1, pag. 226—228). Vergr. 157mal.

Fig. 24. Einige Drüsenzellen und ihre Ausführungsgänge etwas stärker vergrössert, 270mal. — Diese und die vorige Figur nach einem alten Präparate eines in Sublimat fixirten und mit Picrocarmin gefärbten Individuums, in dem sich in einzelnen Drüsenzellen und ihren Ausführungsgängen ein schwarzer, an Golgi-Präparate erinnernder Niederschlag gebildet hat, der sie schön und deutlich aus der ganzen Umgebung heraushebt.

Fig. 25. Einige Rhynchodäaldrüsen, noch stärker vergrössert, 540mal. — Sie sind nicht imprägnirt und die Kerne deutlich zu sehen. *pa* Kerne von nebenliegenden Parenchymzellen.

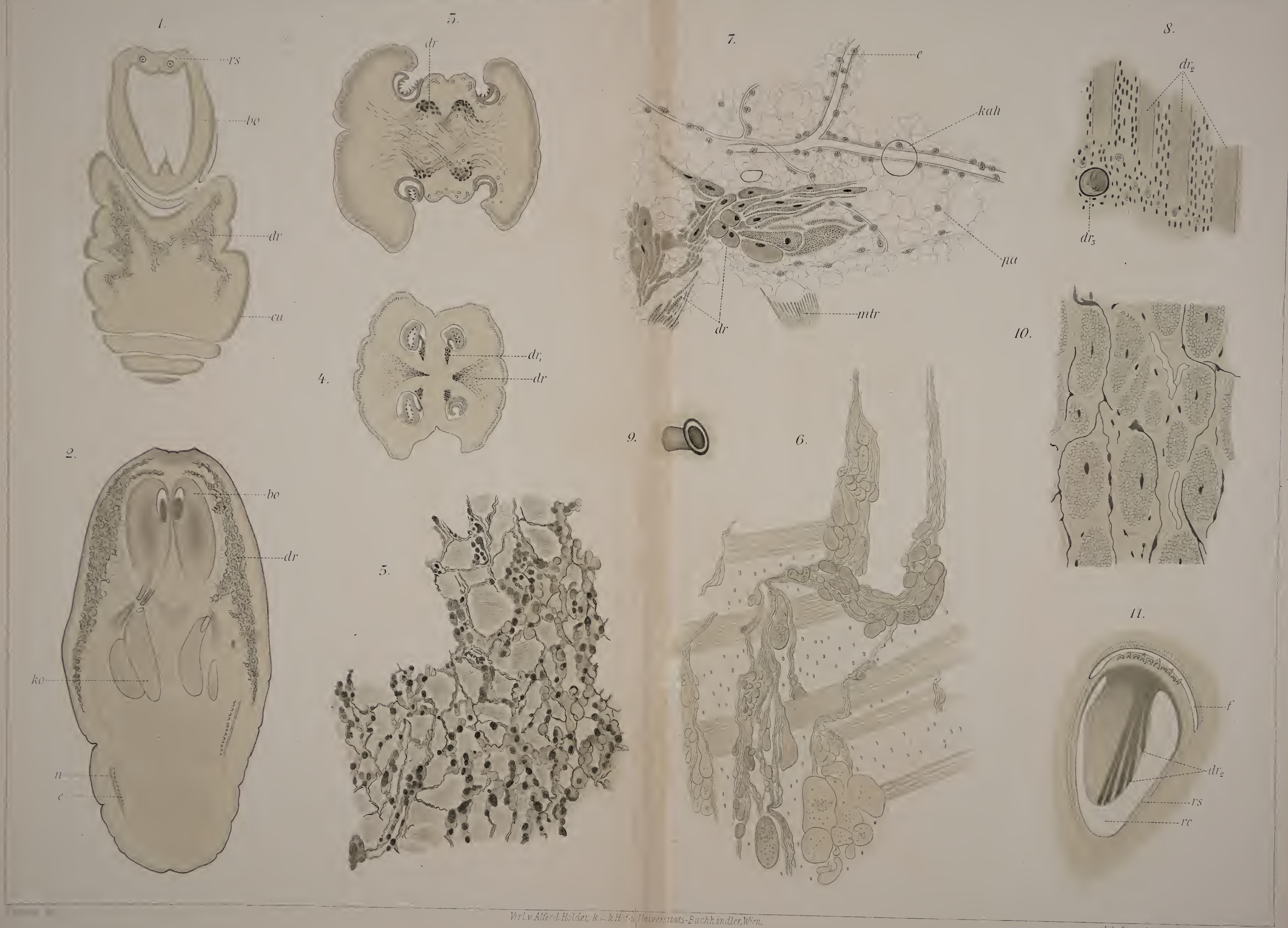
Fig. 26. Stück eines Längsschnittes aus der Region hinter Fig. 23, gegen die Rüsselkolben zu. *cu* Integument nach aussen mit der Härchenschicht, nach innen die Querschnitte der Circulärfibrillen. *ma* Matrix des Integuments, darunter Parenchym und Nervensystem *(n)*. *dr'* die eigenthümlichen grossen Zellen mit anliegenden secretähnlichen Körpern, wohl den Rhynchodäaldrüsen zugehörig. Vergr. 540mal.

Fig. 27—29 auf Taf. II. *Tetrarhynchus tetrabothrius* aus dem Spiraldarm von Acanthias.

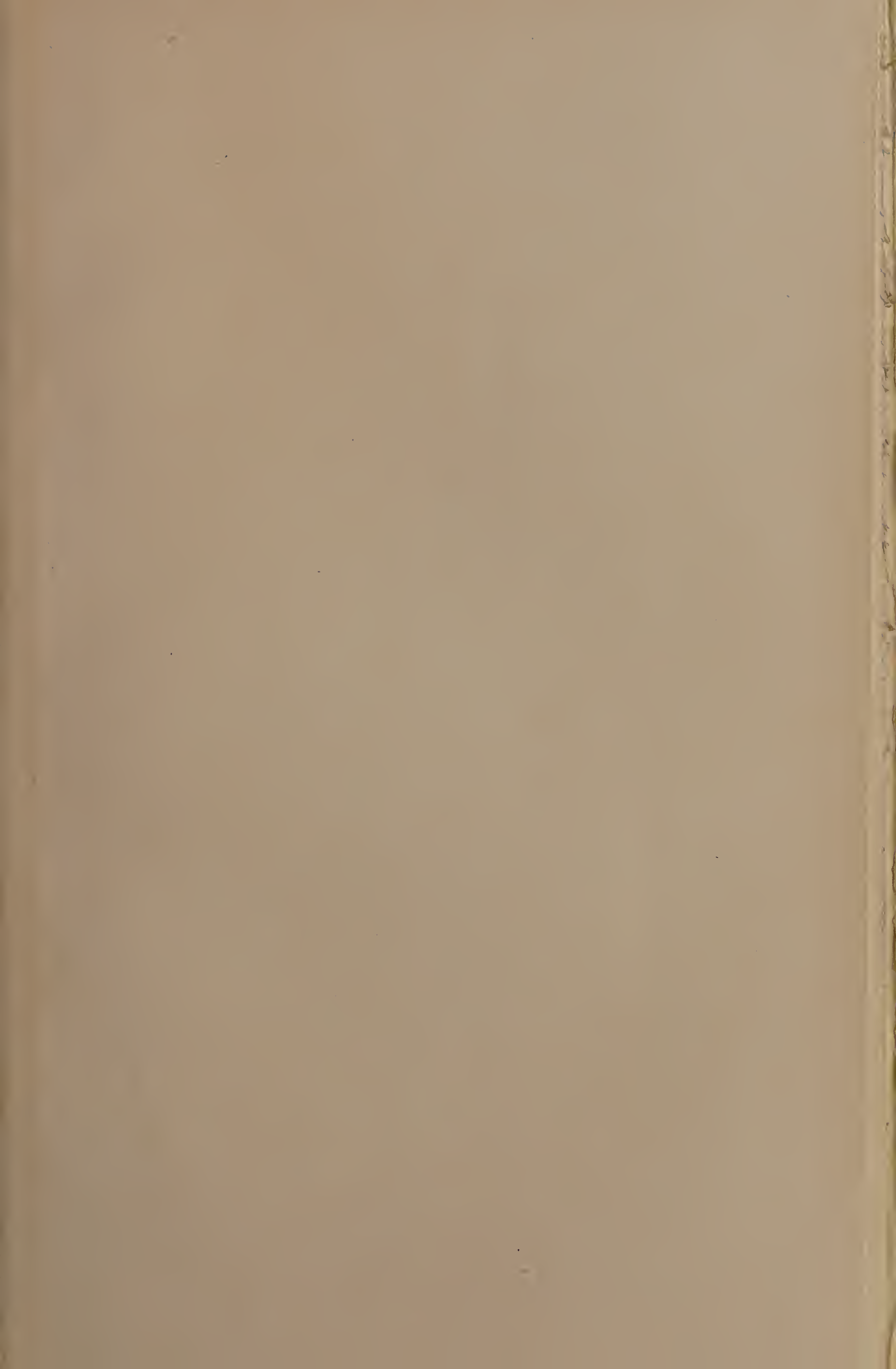
Fig. 27. Flächenschnitt durch den Theil zwischen Bothridien und Muskelkolben; vorne blasse Zellen mit deutlichen Kernen, hinten intensiv tingirte, secreterfüllte Säcke mit ihren Ausführungsgängen. Vergr. 55mal.

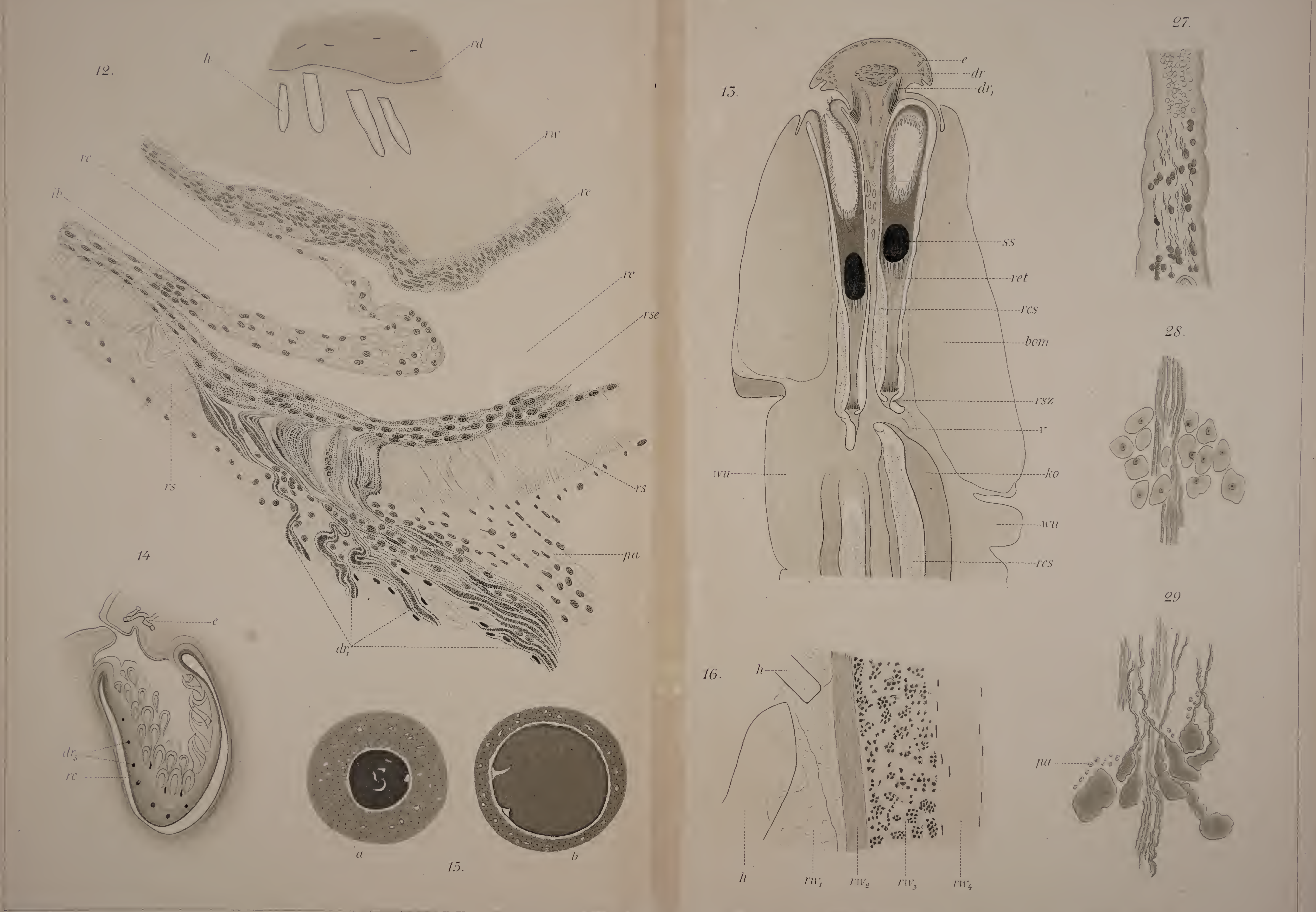
Fig. 28. Die vorderen blassen Zellen und

Fig. 29 die hinteren grossen Secretbeutel, sammt Ausführungsgängen bei stärkerer Vergrösserung, ca. 540mal. *pa* Kerne von Parenchymzellen.

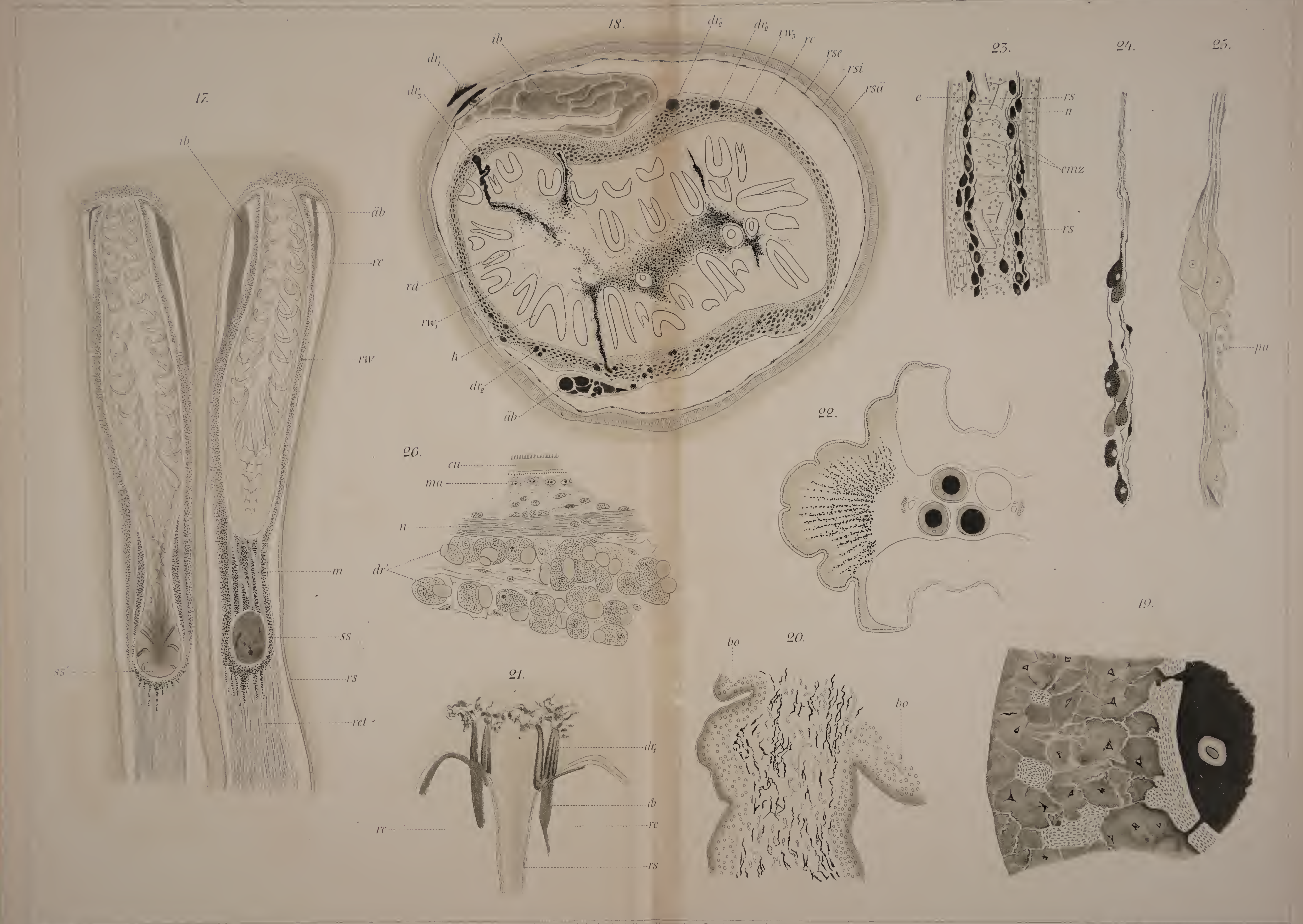


Verl. v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien.
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.




12.
h
rd
rw
rc
re
ib
re
rse
rs
rs
pa
dr1
14
e
dr3
rc
a
b
15.
13.
e
dr
dr1
ss
ret
rcs
bom
rsz
v
wu
ko
wu
rcs
16.
h
h
rw1
rw2
rw3
rw4
27.
28.
29
pa




17.
ib
äb
rc
rw
m
ss
ss'
rs
ret
18.
ib
dr₁
dr₃
dr₂
rw₃
rc
rse
rsi
rsä
rd
rw₁
h
äb
23.
e
rs
n
cmz
24.
25.
pa
22.
26.
cu
ma
n
dr'
21.
dr₁
ib
rc
rs
20.
bo
19.

Einige Betrachtungen über die phylogenetische Entstehung der Drehung und der asymmetrischen Aufrollung bei den Gastropoden.

Von

Prof. Karl Grobben

in Wien.

(Mit 8 Textfiguren.)

Begreiflicherweise haben die Eigenthümlichkeiten der Gastropoden, die Drehung des Eingeweidesackes und die Asymmetrie der Aufrollung desselben seit SPENGEL's[1]) trefflichen Darlegungen zu mehrfachen Versuchen geführt, dieselben zu erklären. Bei mir selbst[2]) war stets die Ansicht ausgebildet, dass diese Erscheinungen mit einander in ursächlichem Zusammenhange stehen. Nur einmal[3]) bin ich in dieser Ansicht schwankend geworden, als mir die Fälle von Rechtsdrehung und gleichzeitiger Linksaufrollung des Eingeweidesackes bei *Lanistes, Limacina* und Larven der *Cymbuliiden* bekannt wurden, Fälle, welche indes später durch SIMROTH[4]), v. IHERING[5]) und PELSENEER[6]) Aufklärung fanden.

---

[1]) J. W. SPENGEL, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXV, 1880.

[2]) K. GROBBEN, Zur Kenntniss der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe, Bd. CIII, 1894, pag. 18 d. Sep.

[3]) K. GROBBEN, Zur Morphologie des Pteropodenkörpers. Arbeit. d. zool. Inst. zu Wien, Bd. VIII, 1889, pag. 3.

[4]) H. SIMROTH, Ueber einige Tagesfragen der Malacozoologie, hauptsächlich Convergenzerscheinungen betreffend. Zeitschr. f. Naturw. Halle a. S. 1889, pag. 88.

[5]) H. v. IHERING, Sur les relations naturelles des Cochlides et des Ichnopodes. Bull. scientif. de la France et de la Belgique, T. XXIII, 1891, pag. 180.

[6]) P. PELSENEER, Sur la dextrorsité de certains Gastropodes dits „sénestres". Bull. des séances de la Soc. roy. Malacol. de Belgique. T. XXVI, 1891.

Die Auffassung eines ursächlichen Zusammenhanges dieser Erscheinungen wird auch von Pelseneer in seiner neuesten Publication [1]), auf welche ich noch später ausführlicher zurückkomme, hervorgehoben. Pelseneer hatte wohl bereits früher [2]) eine constante Beziehung zwischen der Asymmetrie der Organisation und der Richtung der Aufrollung des Eingeweidesackes erkannt, einen ursächlichen Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen aber nicht angenommen, ähnlich wie schon vorher Pfeffer, der gleichfalls einen Zusammenhang der Asymmetrie des Eingeweidesackes mit der allgemeinen Asymmetrie, worunter die Drehung verstanden wird, für nicht erwiesen hält; „dass es etwa ein rein äusserlicher ist, dagegen spricht die Thatsache, dass bei den spiegelbildlichen Umkehrungen in der Eingeweidelage der Schnecken sich auch die Spirale der Schale umkehrt".[3])

Viel schwieriger ist die Beantwortung der Frage, wodurch die spirale Aufrollung und die Drehung des Eingeweidesackes hervorgerufen wurden, ob die spirale Aufrollung der Drehung vorangegangen ist oder derselben folgte, beziehungsweise mit derselben zu gleicher Zeit eintrat; wie man sich ferner den Vorgang vorzustellen habe, durch welchen wahrscheinlich diese Eigenthümlichkeiten gleichzeitig bedingt wurden. In innigem Zusammenhange mit diesen Vorstellungen wird sich das der Phantasie des Forschers vorschwebende Bild der Stammformen der Gastropoden, welche Pelseneer als „Prorhipidoglosses" bezeichnete, gestalten.

Ein eingehender Erklärungsversuch wurde von Lang [4]) gemacht. Lang sucht die Eigenthümlichkeiten des Gastropodenkörpers aus einem mechanisch wirksamen Moment zu erklären und geht in der Betrachtung von einer Form mit hohem thurmförmigen, geradegestreckten Eingeweidesack und dementsprechend gestalteter Schale aus, welche nach links hinüberneigten. Der Druck, welcher

---

[1]) P. Pelseneer, Recherches sur divers Opisthobranches. Mémoires couronnés et Mém. d. savants étrangers publ. par l'Acad. royale de Belgique, T. LIII, 1894, pag. 129.

[2]) P. Pelseneer, A propos de l'„Asymétrie des Mollusques univalves", Journal de Conchyliologie. 1. Juillet 1892, pag. 229—233.

[3]) G. Pfeffer, Die Windungsverhältnisse der Schale von Planorbis. Jahrb. d. Hamburgischen wissenschaftl. Anstalten, VII. Jahrg. 1890, pag. 10.

[4]) A. Lang, Versuch einer Erklärung der Asymmetrie der Gasteropoden. Vierteljahrschrift der naturforsch. Gesellsch. in Zürich 1891. 36. Jahrg., Zürich 1892.

durch die links geneigte Lage des Eingeweidesackes auf die Mantelhöhle ausgeübt wird, ist linkerseits am grössten; zugleich befindet sich die Stelle des geringsten Druckes auf der rechten oberen Seite des Eingeweidesackes. Es ergibt sich nach LANG daraus eine Verschiebung des Pallialcomplexes nach rechts und vorn, mit welcher ferner zugleich eine fortschreitende Lageveränderung des Eingeweidesackes aus der linksgeneigten Lage nach hinten folgte, auch die Einrollung des Eingeweidesackes eintrat. Letztere „kommt durch stärkeres Wachsthum des Integumentes des Eingeweidesackes und des Mantels an der Seite zu Stande, welche bei der schief geneigten Lage des Eingeweidesackes der stärksten Streckung oder Zerrung ausgesetzt ist". So entsteht durch Zusammenwirken aller dieser Umstände ein nach der Dorsalseite convexer und rechts gewundener Eingeweidesack. Alle drei Entwicklungsmomente kamen nach LANG „gleichzeitig zur Geltung, d. h. mit der fortschreitenden Hervorwölbung des Eingeweidebruchsackes ging Hand in Hand die Aufrollung in einer rechtsgewundenen Schraubenfläche als Folge der Drehung des sich nach links neigenden Eingeweidesackes in die nach hinten geneigte günstigste Lage, wobei der Pallealcomplex rechts nach vorn verschoben wurde".

Es folgt daraus, dass LANG einen Zustand mit thurmförmig erhobenem, geradegestrecktem und linksgeneigtem Eingeweidesack, wie er ihn in Fig. 7 auf pag. 9 seiner unten citirten Abhandlung abbildet, als phylogenetisches Stadium der Gastropoden nicht annimmt, sondern einen solchen Zustand nur construirt hat, um an demselben bei Annahme so excessiver Verhältnisse die mechanisch wirksamen Momente recht eindringlich hervortreten zu lassen.

Mit LANG nehmen auch FISCHER und BOUVIER[1]) eine Ausgangsform mit linksgeneigtem konischen Eingeweidesack an, können sich jedoch darin LANG nicht anschliessen, dass die asymmetrische Aufrollung des Eingeweidesackes sich während der Drehung vollzogen habe. Es ist ihnen wahrscheinlich, dass die Schale gleich zu Anfang der Drehung nach hinten geneigt und nach hinten spiralig eingekrümmt war; ursprünglich war diese Spirale symmetrisch und wurde erst später mit einer Neigung nach rechts asymmetrisch. Primitive Schalenformen wären demnach ähnlich wie *Capulus* gestaltet gewesen. Auch sind die genannten Autoren der Ansicht, dass Asymmetrie des

[1]) P. FISCHER et E. L. BOUVIER, Recherches et considérations sur l'asymétrie des Mollusques univalves. Journ. de Conchyl., vol. XL, 1892, vgl. pag. 185 bis 186, pag. 197, sowie 204.

Eingeweidesackes und innere Asymmetrie (infolge der Drehung) wesentlich von einander unabhängig sind; doch wird andererseits ein Einfluss der inneren Asymmetrie auf die Asymmetrie des Eingeweidesackes für gewöhnlich zugegeben. Bei Entstehung des ursprünglich nach hinten aufgerollten Eingeweidesackes der Stammform schreiben Fischer und Bouvier dem Columellarmuskel eine active Rolle zu.

Ich selbst[1]) habe die Auffassung entwickelt, dass die erste Krümmung des Eingeweidesackes schon bei der noch ungedrehten Stammform vorhanden war und durch Vertiefung der an der Hinterseite des Eingeweidesackes gelegenen Mantelhöhle hervorgerufen wurde. Die Krümmung des Eingeweidesackes musste sonach gegen vorn gerichtet sein, wie ich es auch in dem von mir beigegebenen Schema seinerzeit dargestellt habe. Auch Bütschli[2]) hatte fast gleichzeitig ausgesprochen, dass es scheine, „als wenn mit diesem schiefen Einwachsen der Mantelhöhle die erste Anlage zu der Torsion des Eingeweidesackes gegeben wäre“. Zwischen meiner und Bütschli's Annahme besteht jedoch der Unterschied, dass ich eine beginnende Krümmung des Eingeweidesackes der noch ungedrehten Stammform zuschreibe, während Bütschli deren Ausbildung erst für die gedrehte Form annimmt.

Als Beweis für den innigen Zusammenhang zwischen der Drehung des Eingeweidesackes und der Aufrollung habe ich das Verhalten des Eingeweidesackes bei jenen Gastropoden angesehen, bei denen eine Rückdrehung desselben und zugleich entweder eine Streckung (thecosome Pteropoden) oder Abflachung und Rückbildung desselben wie bei *Doris* unter den Opisthobranchiern und *Onchidien* unter den Pulmonaten eintritt. Auch wurde von mir später hervorgehoben, dass „vor Allem die Asymmetrie der Torsion (nach rechts), wohl aber auch die hohe Ausbildung der Torsion bei den Gastropoden mit der Rechtsdrehung des Eingeweidesackes zusammenhängt“.[3])

---

[1]) K. Grobben, Zur Kenntniss der Morphologie und der Verwandtschaftsverhältnisse der Cephalopoden. Arbeiten d. zoolog. Institutes zu Wien, Bd. VII, 1886, pag. 16—17.

[2]) O. Bütschli, Bemerkungen über die wahrscheinliche Herleitung der Asymmetrie der Gastropoden, spec. der Asymmetrie im Nervensystem der Prosobranchiaten. Morphol. Jahrb., Bd. XII, 1887, pag. 218.

[3]) K. Grobben, a. a. O. Sitzungsber. d. kais. Akad., 1894, pag. 24.

Eine weitere Ausführung, in welcher Weise etwa der Verlauf dieses Drehungsprocesses und der gleichzeitigen asymmetrischen Aufrollung des Eingeweidesackes vorzustellen wäre, habe ich erst später gelegentlich der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien in einem kurzen Vortrage gegeben. Der im Tagblatt[1]) dieser Versammlung enthaltene Bericht, welcher wenig bekannt wurde, sei hier citirt:

„Zur Erklärung des Zusammenhanges der den Gastropoden eigenthümlichen Drehung und asymmetrischen Aufrollung des Eingeweidesackes möge der Vorgang, durch welchen wahrscheinlich diese beiden Eigenthümlichkeiten gleichzeitig bedingt wurden, kurz auseinandergesetzt werden."

„Eine Vertiefung der Mantelhöhle kam wahrscheinlich bereits der ungedrehten Stammform mit einer gleichzeitigen Erhebung und Vorwärtskrümmung des Eingeweidesackes zu. Die Drehung des Eingeweidesackes hat nun, wie zur besseren Erklärung der Asymmetrie der spiralen Aufrollung des Eingeweidesackes anzunehmen ist, nicht in einer Ebene, sondern in einer Raumspirale stattgefunden, indem der Pallialcomplex während der Drehung nach vorne zugleich gegen die Dorsalseite sich hob. Diese Hebung hängt wahrscheinlich mit der späteren Lage des Pallialcomplexes im Nacken des Thieres zusammen. Die Drehung überschritt ferner die Mittellinie etwas nach links."

„Mit der dorsalen Hebung des Pallialcomplexes während der Drehung und dem Ueberschreiten der Mittellinie senkt sich die Spitze des in gleichem Sinne wie bei der ungedrehten Form gebogenen Eingeweidesackes nothwendig nach der rechten Seite des Körpers. Später trat die stärkere spirale Aufrollung des Eingeweidesackes hinzu, welche möglicherweise von einer weiteren und wohl asymmetrischen Vertiefung der Mantelhöhle eingeleitet wurde."

Nach dem Erscheinen meiner Publication vom Jahre 1894 hat Pelseneer[2]) seine Ansichten über das Zustandekommen der Torsion und Asymmetrie der Gastropoden entwickelt.

Pelseneer weist zunächst darauf hin, dass als eine in der Gruppe der Mollusken allgemeine Erscheinung sich eine ventrale

---

[1]) Tagblatt der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien, 1894, pag. 407. K. Grobben, „Ueber den Zusammenhang von Asymmetrie der Aufrollung mit der Drehung bei den Gasteropoden."

[2]) Pelseneer, Recherches sur divers Opisthobranches, pag. 127—130.

Torsion in der Richtung von vorn nach hinten zeige, durch welche Mund und After einander genähert werden. Ein zweites Phänomen, das sich in der Ontogenie des Gastropoden zu gleicher Zeit mit der ventralen Torsion vollzieht, ist die Einrollung des anfänglich napfförmig erhobenen, später mehr konischen Eingeweidesackes in der Medianebene. Die Einrollung ist gegen vorn (dorsal) gerichtet (exogastrisch). Diese dorsale Einrollung des Eingeweidesackes wird jedoch bei den Gastropoden secundär ventral oder endogastrisch, zufolge einer secundären lateralen Torsion, welche dadurch hervorgerufen wird, dass die Entwicklung des Fusses der Annäherung von Mund und After in der Mittellinie ein Hinderniss bildet. So erfolgt diese Annäherung unter gleichzeitiger Verlagerung des Pallialcomplexes seitlich (rechts) und nach vorn, durch eine laterale Torsion (in einer Ebene fast senkrecht zu der ventralen Torsion).

Da sich diese laterale Drehung mit einem allmählichen Wachsthum gleichzeitig vollzieht, bildet sich der Eingeweidesack in einer im Sinne der ersten Einrollung und der Drehung gerichteten Spirale aus.

Pelseneer gelangt nun zu dem Schlusse: „L'enroulement spiral asymétrique est donc une conséquence de la torsion et non la cause de celle-ci.“ Auch die Richtung dieser Spirale erscheint als Folge der Torsion.

Später hat Plate[1]) seine Ideen über das in Frage stehende Problem veröffentlicht. Plate geht von dem Befunde bei Chitonen aus, bei welchen ungeachtet der im übrigen vollkommenen Symmetrie sich in der Ausbildung der paarigen Leber eine Asymmetrie geltend macht, indem die linke Leber viel grösser ist als die rechte und überdies die erstere mehr ventral, die letztere mehr dorsal liegt. Plate nimmt nun an, „dass eine ähnliche Asymmetrie sich auch bei den Praerhipidoglossen in den Leberdrüsen allmählich entwickelte. Da die Chitonen in Anpassung an die Brandungszone einen breiten Saugfuss und eine niedrige Körpergestalt annahmen, so breitete sich die linke Leber bei ihrer allmählichen Grössenzunahme in der ventralen Hälfte der Leibeshöhle zwischen den Darmschlingen aus, während in der dorsalen die beiden Gonaden zu

---

[1]) L. Plate, Bemerkungen über die Phylogenie und die Entstehung der Asymmetrie der Mollusken. Zoolog. Jahrbücher, Abth. f. Anat. u. Ontog., Bd. IX, 1896, pag. 184—186 und pag. 190.

einem Geschlechtsorgan verschmolzen. Bei den Praerhipidoglossen hingegen dehnte sich die linke Leber dorsalwärts gegen die zarte nachgiebige Rückenhaut aus, denn die Fusssohle konnte sie der festen Unterlage wegen nicht hervorstülpen; sie legte sich dabei über das linke Genitalorgan hinüber und drückte dieses gegen die Fusssohle hinab. — Mit zunehmender Grösse der linken Leber entstand auf der linken hinteren Hälfte des Rückens ein Bruchsack, welcher sich zur Erhaltung des dynamischen Gleichgewichts ein wenig nach rechts krümmte. Damit war die erste Anlage des Eingeweidesackes gegeben, der also von vornherein asymmetrisch auftrat, weil er der Ausdruck einer inneren Asymmetrie war. Selbstverständlich nahm er wegen des bei der Kriechbewegung sich äussernden Wasserdruckes von Anfang an eine nach hinten geneigte Lage ein."

„Durch diesen asymmetrischen Eingeweidebruchsack wird nun auf den linksseitigen Mantelrand ein viel grösserer Zug ausgeübt als auf den rechtsseitigen, und längs des ersteren wird daher die Intensität des Wachsthums und der Secretion der Schalendrüsen erheblich gesteigert."

Es tritt nun infolge des viel stärkeren Wachsthums des linksseitigen Mantelrandes eine Verschiebung des Pallialcomplexes von hinten nach rechts und vorn ein.

Nach Plate's Vorstellung kommt somit der noch ungedrehten Stammform ein etwas gekrümmter Eingeweidesack zu; die Krümmung ist jedoch wie bei der gedrehten Form nach hinten gerichtet. Der Eingeweidesack erhöhte sich und gestaltete sich von vornherein asymmetrisch. Diese asymmetrische Ausbildung des Eingeweidesackes ist nun zur Ursache der Drehung des Pallialcomplexes geworden. Auch die Einrollung des Eingeweidesackes wird „durch dieselbe Ursache, das intensive Wachsthum der einen Leberdrüse, bedingt". Es besteht daher „ein nothwendiges Wechselverhältniss" zwischen der Drehung und der Asymmetrie des Eingeweidesackes. „Der Sinn der Drehung der Eingeweidesackspirale bei ihrer ersten Entstehung und der Sinn der Pallialverschiebung sind stets identisch." Dementsprechend besass nach Plate's Vorstellung ein phylogenetisches Stadium der Gastropoden mit nur wenig von hinten nach rechts verschobenem Mantelcomplex einen bereits ziemlich ansehnlichen asymmetrischen, nach hinten und rechts eingerollten Eingeweidesack (vgl. dessen Fig. *G* und *Ga*).

Eine weitere Publication über diesen Gegenstand rührt von Goette[1]) her. Goette nimmt wohl mit Pelseneer eine ventrale und eine laterale Torsion an, bestreitet jedoch Pelseneer gegenüber eine mechanische Ablenkung der ventralen Torsion in eine laterale durch den Fuss. Die laterale Torsion müsse vielmehr durch eine innere Asymmetrie des Wachsthums hervorgerufen werden, und kann nicht, wie Pelseneer schliesst, Ursache der Asymmetrie sein. Während Goette hierin Plate's Ansicht beitritt, wendet er sich wider die Vorstellung Plate's vom Bau und der Umbildung der prorhipidoglossen Stammform.

Auf die ontogenetischen Erscheinungen sich berufend, gelangt Goette zu der Auffassung, dass vor der asymmetrischen Drehung bereits an den symmetrischen Vorfahren der Gastropoden eine ventrale Torsion sich vollzog und deshalb der Fuss derselben auf den Vordertheil der Bauchseite beschränkt sein musste, somit nicht ein Kriechfuss, ähnlich dem der *Chitonen,* sein konnte. Goette nimmt nun an, dass diese symmetrischen Urgastropoden nicht kriechen konnten. Nach Goette ist vielmehr die betreffende Stammform ein schwimmendes Mollusk gewesen, ähnlich den Pteropoden. Die ventrale Torsion, sowie die Bildung des Eingeweidesackes können als Anpassung an das Schwimmen bezeichnet werden. Da nun ein grosser überhängender Eingeweidesack und ventrale Mantelhöhle sich mit einem Kriechfuss nicht vertragen, so muss die laterale Torsion mit der daraus folgenden Asymmetrie sich schon vor der Herstellung des Kriechfusses auszubilden begonnen haben. Das Prorhipidoglossum-Schema müsse also dahin geändert werden, dass ein nach hinten überhängender Eingeweidesack hinzu, der Kriechfuss dagegen in Wegfall käme.

In neuester Zeit endlich hat Amaudrut[2]) einen Erklärungsversuch gegeben über die Art und Weise, in welcher die Drehung bei den Gastropoden zustande gekommen sein mag. Amaudrut schliesst sich zunächst Pelseneer darin an, dass er eine „flexion ventrale“ annimmt, wodurch Darm und Körper eine U-förmige Gestalt erreichen. Weiter nimmt aber Amaudrut eine Axendrehung des oberen U-Schenkels um dessen eigene Axe, und zwar in der Gegend des Vorderkörpers an. Diese bezeichnet er mit dem Ausdruck

---

[1]) A. Goette, Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Mollusken. Verhandlungen der deutsch. zoolog. Gesellsch. 6. Jahresvers. 1896, pag. 155—164.

[2]) A. Amaudrut, La partie antérieure du tube digestif et la torsion chez les mollusques gastéropodes. Ann. des scienc. nat., VIII. Serie, T. VII, 1898, pag. 256 u. ff.

„torsion". Die Ursache dieser Torsion kann, wie AMAUDRUT im Anschluss an PERRIER ausführt, nur gesucht werden in der Anstrengung, welche das Thier macht, um seinen After und die Kiemen aus der ungünstigen Lage, in welche sie durch die Entwicklung des hinteren Fussabschnittes gelangt sind, zu befreien. Und zwar geht diese active Drehung vom Vorderkörper des Thieres aus. AMAUDRUT wird zur Annahme dieser Axendrehung durch seine Untersuchungen über das vordere Körperende der Gastropoden geführt, in welchem sich eine Drehung des Darmes und der übrigen hier gelegenen Organe zeigt. Das beschleunigte Wachsthum der linken Seite, wie es BÜTSCHLI zur Erklärung hervorzieht, ist nach AMAUDRUT die Folge der Torsion und nicht deren Ursache.

Indem ich zur Darlegung meiner eigenen Auffassungen über den Ursprung der Asymmetrie und Drehung des Eingeweidesackes nunmehr übergehe, schicke ich voraus, dass dieselbe bloss eine Ausführung meiner kurzen früheren Mittheilung gelegentlich der Naturforscherversammlung in Wien ist. Dabei wird sich Gelegenheit ergeben, auf die Ansichten der Autoren zurückzukommen.

Die Erscheinung der Drehung des Pallialcomplexes nach vorn und damit eine Verlagerung des Afters in die Nähe der Mundöffnung gehört in jene Gruppe von Vorkommnissen, welche bei in Gehäusen lebenden Thieren zu beobachten sind. So sehen wir, dass bei der in Röhren lebenden *Phoronis* der After dorsalwärts nach vorn verschoben erscheint, dadurch, dass der Rumpf ventralwärts sich verlängert. Eine ähnliche Lebensweise, wenn auch nicht in einem Rohr, so doch im Sande, hat bei *Sipunculus* eine gleiche Verschiebung des Afters mit sich gebracht. Ferner sind die *Bryozoen* hier anzuführen. Es handelt sich in allen Fällen auch um Thiere, welche entweder wie die Bryozoen dauernd befestigt sind oder wie Phoronis und Sipunculus in der Art des Aufenthaltes sich wie festsitzende Thiere verhalten.

Desgleichen hängt bei den Gastropoden die Verlagerung des Afters mit der Ausbildung der Schale zusammen, wie bereits BÜTSCHLI[1]) und LANG[2]) ausgesprochen haben. Es liegt jedoch bei diesen Thieren ein complicirterer Fall vor. Die Gastropoden leben in einem Gehäuse, welches den dorsalwärts sich vergrössernden Körper,

[1]) BÜTSCHLI, a. a. O. pag. 209.

[2]) A. LANG, Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere. Jena 1888, pag. 82.

den Eingeweidesack, enthält und auch das ganze Thier aufzunehmen vermag. Die Entwicklung eines erhöhten Eingeweidesackes entspricht der „Torsion ventrale“ von Pelseneer, welche durch ein stärkeres Wachsthum der Dorsalseite hervorgerufen wird, während die Ventralseite im Wachsthum zurückbleibt. Die Erhebung des Eingeweidesackes sowie die Verbindung desselben mit der Schale schliessen eine Verschiebung des Afters nach der Dorsalseite aus. Einer grösseren Annäherung von Mund und After an der Ventralseite tritt wieder der Fuss hinderlich entgegen; der Fuss der Gastropoden ist ein Kriechorgan, hat aber auch die Bedeutung eines Haftorgans, kommt somit in beiden Functionen einer Befestigung des Thieres gleich. So sehen wir, dass der Gastropodenkörper an zwei entgegengesetzten Punkten abwechselnd fixirt ist: dorsal durch die Verbindung des Eingeweidesackes mit dem Gehäuse und ventral durch den Fuss. Ersteres kommt zur Geltung beim Zurückziehen des Thieres in die Schale, letzteres bei der Kriechbewegung, beziehungsweise der Fixation mittels des Fusses.

Eine solche Vorstellung mag auch Korschelt[1]) vorgeschwebt haben, wenn er schreibt: „Die Ursache der Asymmetrie ist in der Lebensweise der Gastropoden, d. h. in der Ausbildung ihres Fusses zu einem umfangreichen Kriechorgan bei gleichzeitiger Bedeckung des Körpers mit einer Schale zu suchen.“

Aus der früher angestellten Betrachtung wird ersichtlich, dass unter diesen besonderen Verhältnissen des Gastropodenkörpers eine Verschiebung des Afters nur seitlich eintreten konnte, wie im Besonderen bereits Pelseneer ableitete, da dieselbe dorsalwärts und ventralwärts unmöglich war. Dass dieselbe gerade nach rechts erfolgte, dafür wird sich wohl kein besonderer Grund auffinden lassen; denn sie war ebensowohl nach links hin möglich, wie wir dies in so vielen Fällen bei linksgedrehten Formen sehen. Man müsste denn Plate's Ansicht folgen, dass in der That eine grössere linke Leber den Anstoss zu einer Bewegung des Pallialcomplexes nach rechts gab.

Mit der Drehung des Pallialcomplexes nach rechts steht nun die Asymmetrie des Eingeweidesackes nach rechts in innigem Zusammenhang. Es geht dies aus den Thatsachen hervor, welche zeigen, dass Rechtsdrehung und Asymmetrie nach rechts, umgekehrt Linksdrehung und Asymmetrie nach links nebeneinander gehen.

---

[1]) E. Korschelt und C. Heider, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Specieller Theil, III, 1893, pag. 1023.

Ausnahmsfälle, wie die früher genannten Fälle von Hyperstrophie, können diese Regel nicht aufheben. Auch die folgende Betrachtung wird hervorgehen lassen, dass die beiden in Frage stehenden Erscheinungen miteinander zusammenhängen.

Was die Aufrollung betrifft, so liegt der Anstoss zu derselben in der zunehmenden Vertiefung der Mantelhöhle. Es wird dieselbe auch weiter aber wegen der dadurch sich ausbildenden vortheilhaften Lagerung des Eingeweidesackes für die Beweglichkeit des Thieres nicht nur aus mechanischen Gründen weitergebildet, sondern auch durch natürliche Zuchtwahl gefördert worden sein.

Sonach gelangen wir nunmehr zur Beantwortung der Frage, wie die phylogenetischen Entwicklungsstadien der Gastropoden ausgesehen haben mögen (vgl. die Textfiguren).

Eine ungedrehte Form *(a, a')* mit vollkommener Symmetrie wird als Ausgangsform zu dienen haben. Der Pallialcomplex war symmetrisch entwickelt und hinten gelagert. Die den Körper umsäumende Mantelrinne war wohl hinten bereits zu einer Mantelhöhle vertieft, aus welcher die zwei doppelfiederigen Kiemen theilweise hervorragten. Eine Mantelspalte und ein dieser entsprechender Schalenschlitz, welche ich früher für die noch ungedrehte Ausgangsform der Gastropoden annahm, möchte ich nach neueren Erwägungen für diese Ausgangsform nicht annehmen. Ich trete in diesem Punkte Plate[1]) bei, aus einem später noch anzuführenden Grunde.

Ich muss übrigens besonders hervorheben, dass ich schon in meiner letzten Publication über diesen Gegenstand für ein jüngeres Stadium als das von mir damals abgebildete Schema den Mangel eines Schalenschlitzes betonte. Wenn Plate in meinen früheren Auseinandersetzungen einen Widerspruch diesbezüglich findet, so weise ich nur auf die betreffende Stelle meiner Publication hin, welche auch bezüglich des angeführten Grundes mit Plate's Darlegungen übereinstimmt. Die betreffende Stelle in meiner Publication[2]) lautet: „Die Richtigkeit dieser Darstellung wird durch die von Boutan beobachteten Entwicklungsstadien von *Fissurella* bestätigt. Die Schale der Larve ist anfänglich ganzrandig und bedeckt den Eingeweidesack. Sie ist noch ganzrandig zu einer Zeit, wo bereits die erste Anlage der Kiemenhöhle zu finden ist. Der

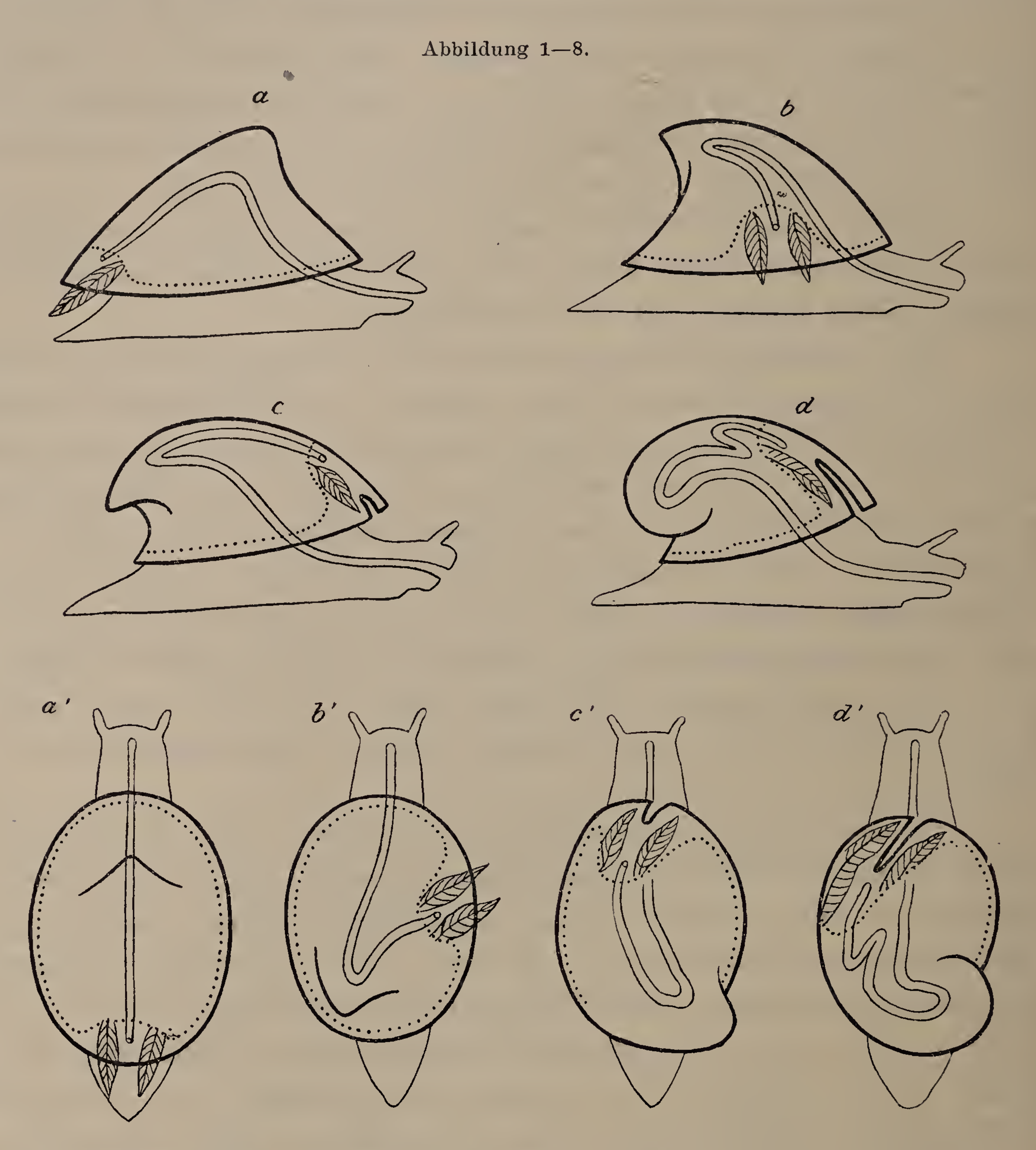
---

[1]) Plate, a. a. O. pag. 175—177.

[2]) Vgl. Grobben, a. a. O. Sitzungsber. d. Akad. Wien 1894, pag. 22—23.

Schalenschlitz tritt erst in einem späteren Stadium auf, wenn die Kiemen sich anlegen. Es weist dies darauf hin, dass auch in der phylogenetischen Reihe die Schale anfänglich schlitzlos war und erst später der Schlitz an Mantel und Schale sich entwickelte. Der Anfangstheil der Schale blieb, wie sich vermuthen lässt, so lange

Abbildung 1—8.



Schematische Figuren der vermuthlichen Stammform der Gastropoden *(a)* und deren Uebergangsstadien *(b, c)* in die Prosobranchierform *(d)*. *a, b, c, d* laterale Ansicht; *a', b', c', d'* dorsale Ansicht. Es sind blos der Darm und die Kiemen eingezeichnet. Die punktirte Linie zeigt die Ausdehnung der Mantelrinne und Mantelhöhle.

schlitzlos, als die Mantelhöhle nur erst wenig vertieft war und die Kiemen vielleicht noch äusserlich hervorragten."

Mit der Vertiefung der Mantelhöhle trat aber schon bei der ungedrehten Form eine Krümmung des sich erhebenden Eingeweidesackes, und zwar entsprechend der hinteren Lage der Mantel-

höhle gegen vorn, ein.[1]) Auch Pelseneer[2]) ist der Auffassung, dass ein nach vorn eingerollter Eingeweidesack der ungedrehten Form zukam, während Bütschli eine Einrollung erst bei der gedrehten Form annimmt; Plate lässt zwar auch die noch ungedrehte Stammform mit einem eingerollten Eingeweidesack versehen, die Einrollung aber nach hinten gerichtet sein.

Bei der nun folgenden Rechtsdrehung des Pallialcomplexes hat auch der Eingeweidesack eine entsprechende Drehung mit der Spitze nach links gemacht *(b, b')*. Ich stelle mir vor, dass mit der Drehung des Pallialcomplexes nach vorn und rechts der die Spitze des Eingeweidesackes einnehmende Complex der inneren Organe eine entsprechende Verschiebung erlitt und die Mitdrehung der Eingeweidesackspitze bewirkte. Dabei dürfte zugleich eine weitere Vertiefung der Mantelhöhle und Erhebung des Eingeweidesackes stattgefunden haben. Die Drehung nach rechts ist aber nicht in einer Ebene erfolgt, sondern in einer Raumspirale, so dass infolge davon die Mantelhöhle allmählich höher zu liegen kam. Diese Annahme hat gewiss Berechtigung. Es geht die höhere Lage des Pallialcomplexes nach der Drehung am deutlichsten aus der Verschiebung des (ursprünglich) rechten Kiemenganglions nach links, und zwar oberhalb des Darmes hervor. Der Drehung in einer Ebene war der Vorderkörper hinderlich, welcher, da ein Ausweichen nach der Ventralseite unmöglich war, dorsal überschritten werden musste. Wird diese Annahme gemacht, so sehen wir die Spitze des etwas eingerollten Eingeweidesackes sich nach links, dann nach rechts und hinten ein wenig senken *(c, c')*. Bei dieser Senkung des Eingeweidesackes hat nun dessen Gewicht sicherlich mitgewirkt, durch welches ein Zug und infolge davon ein regeres Wachsthum der Vorderseite des Eingeweidesackes angeregt wurde. Die Zugrichtung bei der Kriechbewegung des Thieres dürfte weiter auf den in Drehung befindlichen Eingeweidesack eingewirkt haben.

Die combinirte Wirkung der Rechtsdrehung, welche durch ein lebhafteres Wachsthum der linken Seite, wie Bütschli zuerst

---

[1]) Vielleicht gab die Krümmung des bereits erhobenen Eingeweidesackes gegen vorn den Anstoss zur Drehung. Danach wäre nicht die Drehung des Pallialcomplexes, sondern die Drehung der Eingeweidesackspitze das Primäre, welche secundär die Drehung des Pallialcomplexes hervorrief. Es erinnert die hier geäusserte Vermuthung an die früher angeführte Ansicht Amaudrut's, doch ist die von mir entwickelte Vorstellung des Processes eine andere.

[2]) Pelseneer, Recherches sur divers Opisthobranches, pag. 128.

ausführte, hervorgerufen wurde, und des durch den Zug von vorne unterstützten lebhaften Höhenwachsthums des Eingeweidesackes hat nun die Asymmetrie des Eingeweidesackes bedingt, indem eine gleichzeitige Ablenkung der Spitze des letzteren nach rechts eintrat.

Vorn angelangt hat der Pallialcomplex die Mittellinie etwas nach links überschritten. Er ist gemäss der Annahme einer Drehung in einer Raumspirale noch weiter dorsalwärts gelangt. Die gleichzeitig verschobene Spitze des Eingeweidesackes kommt nun nach rechts hinüber zu liegen, wird aber zugleich ventralwärts gesenkt. Das Höhenwachsthum des Eingeweidesackes ist weiter vorgeschritten, jedoch auch eine weitere ausgiebigere Vertiefung der Mantelhöhle eingetreten *(d, d')*. Dadurch sind nicht nur die Kiemen vollständig in die Kiemenhöhle hineingelangt, sondern haben auch, wie dies Bütschli trefflich darlegte, eine secundäre Verlängerung nach dem Grunde der Mantelhöhle zu erfahren: „Nur der vordere freie Theil der Kiemen einer Haliotis entspricht daher der Kieme der Urform, der hintere, an die Seiten der Mantelhöhle festgewachsene Theil ist dagegen durch eine Neubildung nach hinten zu entstanden.“ Diese Vertiefung der Mantelhöhle war ein neuer Anstoss zur Einrollung des Eingeweidesackes.

Aus diesem Ableitungsversuche ergibt sich, dass die Asymmetrie der Torsion, wie ich dies schon früher[1]) aussprach, mit der Rechtsdrehung zusammenhängt, und zwar, wie Pelseneer gleichzeitig entwickelte, eine Folge der Rechtsdrehung ist.

Die hier gegebene Ableitung ist, wie bereits hervorgehoben wurde, bloss die Ausführung meiner früher in Kürze publicirten Ansichten. Sie stimmt am besten mit Pelseneer's Auffassungen überein; aber auch die Ansichten Lang's sind gleicher Art, ebenso wie sie mit Bütschli's Erörterungen weitgehende Uebereinstimmung zeigt.

Ich komme nun auf die Entwickelung des Mantel- und Schalenschlitzes der Gastropoden zurück. Nach meiner früheren Annahme hatte bereits die ungedrehte Stammform der Gastropoden einen Mantelschlitz. Auch Lang ist dieser Auffassung, und ebenso geht aus Pelseneer's[2]) Aeusserungen eine gleiche Annahme hervor.

---

[1]) K. Grobben, a. a. O. Sitzungsber. d. kais. Akad. 1894, pag. 24.

[2]) Pelseneer, Contribution à l'étude des Lamellibranches. Arch. d. Biologie, T. XI, 1891, pag. 290.

Die Folge dieser Annahme war die einer completen Homologie der bei den Mollusken (Lamellibranchiaten, Scaphopoden und Rhipidoglossen) auftretenden Schlitzbildungen. Plate[1]) dagegen sieht von einem Mantelschlitze in seinem Schema ab und betrachtet die Mantelöffnungen in den genannten Gruppen als unabhängig von einander entstandene Bildungen; bei den Gastropoden sei der Schlitz erst entstanden, nachdem die Mantelhöhle vorderständig war.

Nach neueren Ueberlegungen möchte ich der Auffassung Plate's beitreten, aber aus einem anderen Grunde als dem von Plate angeführten.

Ich glaube, dass die Schlitzbildung mit der grösseren Vertiefung der Mantelhöhle erfolgte. Dafür, dass dieselbe erst nach der Drehung eintrat, spricht die Innervation. Ich muss bei diesem Anlasse besonders Bütschli's gedenken, welcher mit vollem Rechte das Verhalten der Nerven bei Feststellung der Theile, welche eine Drehung erfuhren, berücksichtigte.

Bütschli hat auf Grund der Untersuchungen von Lacaze-Duthiers darauf aufmerksam gemacht, dass die Innervation des Mantels der Gastropoden eine symmetrische sei, das Wachsthum des Mantels somit ein symmetrisches bleibe. Gleiches gelte auch für den Fuss. Nur die zwischen beiden gelegene Zone ist ungleich gewachsen, und ist die Mantelhöhle asymmetrisch innervirt.

Letzteres trifft nun auch für die Ränder des Mantelschlitzes zu. Die beiden inneren Mantelnerven, welche diese Theile versorgen, entspringen von den Kiemenganglien; und zwar wird der rechte Schlitzrand vom rechten (ursprünglich linken) Kiemenganglion, der linke vom ursprünglich rechten mit Nerven versehen. Aus diesen Innervationsverhältnissen folgt, dass der Mantelschlitz keine Drehung erfahren hat, sondern erst an Ort und Stelle entstanden ist.

Es ergibt sich daraus weiter, dass eine Homologie zwischen der Schlitzbildung der Solenoconchen und jener der Gastropoden nicht aufrecht zu erhalten ist.

Und dennoch ist es möglich, sogar wahrscheinlich, dass beide Schlitzbildungen auf eine bei der gemeinsamen Stammform,

---

[1]) Plate, Ueber den Bau und die Verwandtschaftsbeziehungen der Solenoconchen. Zool. Jahrb., Abtheil. f. Anat. u. Ontog., Bd. V, 1892, pag. 362, sowie a. früher a. O. pag. 172—177.

dem Prorhipidoglossum, vorhandene Rinnenbildung an der Decke der Mantelhöhle zurückzuführen, somit incomplet homolog sind. Diese Rinne an der Decke der Mantelhöhle für das Ausströmen des Athemwassers hat ja bei den Stammformen der Gastropoden die Drehung mitgemacht und ist wie bei den Solenoconchen hinten, so bei den Gastropoden nach der Drehung Ausgangspunkt der Schlitzbildung geworden.

Was nun den Fuss der symmetrischen Stammform der Gastropoden anbelangt, so ist bis auf Goette von allen Forschern für die Stammform der Besitz eines söhligen Fusses angenommen worden.[1]) Die Stammform war somit eine kriechende. Goette dagegen meint, die Stammform der Gastropoden sei ein schwimmendes Mollusk gewesen. Bei dieser habe sich bereits die ventrale Torsion ausgebildet, auch die laterale Torsion mit der folgenden Asymmetrie vor Entstehung des Kriechfusses entwickelt.

Diese Ansicht, gegen welche bereits Plate Bedenken erhob, scheint auch mir nicht zutreffend. Gerade das Vorhandensein eines Kriechfusses lässt das Zustandekommen eines asymmetrischen Eingeweidesackes gut verstehen. Uebrigens anerkennt auch Goette, dass „die Asymmetrie der Gastropoden, sowie sie einerseits Voraussetzung des Kriechens war, andererseits infolge der Kriechbewegung zur vollen Entwicklung und zur dauernden Herrschaft gelangte".

Es ist daher durchaus nicht wahrscheinlich, dass die Asymmetrie des Eingeweidesackes sich vor Ausbildung des Kriechfusses entwickelt habe. Aber auch eine Reihe von Thatsachen spricht dagegen. Bei pelagischen, schwimmend sich bewegenden Gastropoden sehen wir die Asymmetrie des Eingeweidesackes schwinden, wofür die *Pteropoden* sowohl als die *Heteropoden* Beispiele bieten. In solchen Fällen bildet sich der Eingeweidesack zurück, wie in der Reihe der Heteropoden, oder er streckt sich gerade, wie bei Pteropoden.

Es ergibt sich aus meinen Betrachtungen, dass für die Stammform der Gastropoden ein söhliger Fuss und mässig erhobener Eingeweidesack anzunehmen ist. Ich glaube daher nicht, dass die Drehung bereits bei einer Form mit so niedrigem Eingeweidesacke ein-

---

[1]) Vgl. auch Fischer und Bouvier (a. a. O. pag. 179), welche die dorsale und laterale Lage der Mantelhöhle bei den Gastropoden mit der Kriechbewegung dieser Thiere in Zusammenhang bringen.

getreten ist, wie derselbe im Schema von Bütschli (Fig. 3) erscheint. Drehung und Asymmetrie der Aufrollung sind gleichzeitig miteinander und zusammen mit der Erhebung des Eingeweidesackes entstanden. Die Aufrollung wurde zunächst durch das Einwachsen der Mantelhöhle hervorgerufen, aber auch weiter durch die asymmetrischen Wachsthumsverhältnisse theilweise gefördert.

Dabei gehe ich von der Vorstellung aus, dass die Drehung des Pallialcomplexes mit einer Drehung der Spitze des Eingeweidesackes verbunden war, offenbar damit auch ein lebhafteres Wachsthum an der linken und vorderen Seite des Eingeweidesackes eingeleitet wurde. So ist es denkbar, dass bei weiterschreitender Drehung und gleichzeitiger allmählicher, an der Seite der Mantelhöhle stärkerer Erhöhung des Eingeweidesackes infolge weiterer Vertiefung der Mantelhöhle eine Einrollung desselben sich mitergab. Deshalb nahm ich stets einen Zusammenhang der Einrollung des Eingeweidesackes mit der Drehung an. Es tritt auch der theoretische Gesichtspunkt hinzu, dass ein Organismus, welcher in gewisser Veränderung begriffen ist, sich gleichsam im Flusse befindet und dabei leicht neue Aenderungen hinzutreten können.

Als weitere Folge der asymmetrischen Wachsthumsverhältnisse erklärt sich auch die Rückbildung der rechtsseitigen (ursprünglich linken) paarigen Organe: der rechtsseitigen Kieme, sowie des betreffenden Vorhofes.

Das asymmetrische Wachsthum des Eingeweidesackes wird durch regeres Wachsthum an dessen Vorderseite und linker Seite bedingt. So lange der Pallialcomplex während der Drehung seitlich rechts gelegen war, ist er von diesem asymmetrischen Wachsthum unberührt geblieben. Erst als er nach vorn hin in diese Wachsthumsregion gelangte, wurde er vom asymmetrischen Wachsthum ergriffen. Er wuchs jetzt links stärker, während die rechte (ursprünglich linke) Seite im Wachsthum zurückblieb. Dadurch wurden die rechtsseitigen, ursprünglich linken Organe in Nachtheil gebracht und schwanden schliesslich vollständig.

Eine weitere mächtigere Entwicklung der linksseitigen (ursprünglich rechten) Hälfte der Kiemenhöhle gegenüber der rechtsseitigen (ursprünglich linken) Hälfte ergab sich durch den Umstand, dass für die ausfallenden rechtsseitigen Organe die linksseitigen auch compensirend eintreten mussten. Es ist möglich,

dass die Mantelhöhle rechts noch eine weitere Rückbildung erfahren hat.

Ich habe auf Grund der eben ausgeführten Vorstellung schon früher die LANG'sche Erklärungsweise der Ursache von dem Schwunde der paarigen Organe des Pallialcomplexes, wenn auch nicht als undenkbar, so doch als weniger wahrscheinlich betrachtet. Nach LANG sollte nämlich die Rückbildung der ursprünglich linksseitigen Organe aus dem grösseren Drucke zu verstehen sein, welcher linkerseits bereits auf die noch hinterständige Mantelhöhle eines nach links geneigten Eingeweidesackes ausgeübt wird. Diese verschiedenen Druckverhältnisse seien auch weiter während der Drehung des Pallialcomplexes bestehen geblieben. Dadurch sollten die linksseitigen Organe des Pallialcomplexes, und zwar vornehmlich die Kieme in ungünstigere Verhältnisse und schliesslich zur Rückbildung gelangt sein.

Nach der Auffassung LANG's ist somit eine Rückbildung der linksseitigen Organe „schon beim ersten Anfang der Ausbildung der Gastropodenorganisation", also bereits während der Drehung eingetreten, nicht erst nach Vollendung derselben.

FISCHER und BOUVIER[1]) nehmen für die Opisthobranchier die Erklärung LANG's an, weil sie sich bei diesen Formen aus der nur schwachen Verschiebung des Pallialcomplexes nach vorn und rechts ergebe. Bei den monobranchen Prosobranchiern dagegen ist ihrer Ansicht nach die Ursache des Schwundes der rechtsseitigen (ursprünglich linksseitigen) Organe eine andere; denn man findet bei den primitiven Formen wie *Pleurotomaria* die rechtsseitige Kieme in der bereits vollends vorn gelegenen Mantelhöhle, in einer Lage, wo kein merklicher Druck von Seiten der nach hinten gelagerten Schale bestehen kann. Hier ist die wesentliche Ursache des Schwundes des rechtsseitigen Pallialcomplexes die Aufrollung der Schale nach rechts, durch welche eine Reduction der rechten Seite der Mantelhöhle und als Folge davon eine Atrophie der hier gelegenen Organe hervorgerufen wird. An diese Ursache knüpfte sich noch die weitere, dass die Unterdrückung der rechten (ursprünglich linksseitigen) Kieme zu einer grösseren Vollkommenheit des Wasserwechsels der einen übrigbleibenden Kieme führte, auf eine höhere Vervollkommung hinzielte, wobei sich FISCHER und BOUVIER, wie aus der betreffenden Stelle ihrer Publication zu entnehmen ist, vorstellten, dass, so lange

[1]) FISCHER und BOUVIER, a. a. O. pag. 177—179.

beide Kiemen vorhanden waren, die eine bezüglich der Bespülung sich in ungünstigerer Lage befand.

Nach PLATE wieder erklärt sich der Verlust der rechten Kieme bei den *Acmaeen*, *Trochiden* und übrigen *Prosobranchiaten* „aus der ungünstigen Stellung, welche sie von Beginn der Pallialverschiebung an einnahm“. Und zwar stellt sich PLATE vor, dass sich bei den genannten Formen die Drehung der Mantelhöhle im Gegensatze zu den *Pleurotomarien* verhältnissmässig langsam vollzog und hiedurch die Rückbildung der ursprünglich linken Kieme veranlasst worden sei. Es wird nämlich bei seitlicher Lage der Mantelhöhle die Kieme der linken Seite in jeder Beziehung benachtheiligt gewesen sein; bei der Bewegung des Thieres nach vorn wird infolge der ungünstigen Stellung die Bespülung der (hinteren) linken Kieme durch den Druck des Wassers von vorn aufgehoben, auch werden die Schmutztheilchen aus dem After und den Nieren auf die hintere Kieme fallen und dieselbe dadurch schädigen. Noch ungünstiger gestaltete sich nach PLATE's Ansicht die Lage der hinteren (linken) Kieme nach beendeter Drehung, falls nicht ein Mantelschlitz sich ausbildete, wie wir dies bei den *Pleurotomarien, Haliotiden* und *Fissurelliden* finden.

Die Erhaltung der linken Kieme bei den letztgenannten Formen erklärt PLATE dadurch, dass sich hier die Drehung und Aufrollung schnell vollzog. Wenn diese Formengruppe fast vollständig ausgestorben ist, so hängt dies nach PLATE damit zusammen, dass trotz des Mantelschlitzes die Respirationsverhältnisse ungünstige blieben, eine Andeutung, der wir auch bereits bei FISCHER und BOUVIER begegnen.

Ich brauche wohl nicht besonders beizufügen, dass ich PLATE's Erklärungsversuch nicht beistimme, da mir auch die Annahme, als hätte sich bei den Stammformen der *Pleurotomarien* die Drehung rascher vollzogen als bei jenen der Trochiden und übrigen Prosobranchiern, eine zu wenig begründete zu sein scheint.

Bei der weiteren Ausbildung der inneren Asymmetrie, wie Hemmung der rechten Leber und Rückbildung eines ursprünglich vorhandenen rechten Genitalorganes schreibt PLATE der Entwicklung des Spindelmuskels einen ziemlichen Einfluss zu. Er erörtert auch die Annahme dieses Einflusses auf die Rückbildung der rechten Kieme, hält zwar dieser Annahme gegenüber von grösserem Einfluss die Stellung dieser Kieme, wenngleich unter dem Zugeständnisse, dass es sich nicht entscheiden lasse, welcher Einfluss der

ausschlaggebende war. Schon HALLER [1]) hat die Rückbildung der posttorsional rechten Kieme bei Trochiden und Monotocardiern der Wirkung des Spindelmuskels durch Druck zugeschrieben.

Es wird nicht geleugnet werden können, dass bei einem asymmetrisch sich entwickelnden Organismus die aus irgend einer Ursache auftretende Asymmetrie weitere Veränderungen durch ihre Ausbildung zur Folge haben wird, und dass in dieser Richtung sich bewegende Erklärungsversuche über asymmetrische Entwicklung, beziehungsweise auch Rückbildung von Organen bei Gastropoden Richtiges enthalten.

---

1) B. HALLER, Studien über docoglosse und rhipidoglosse Prosobranchier. Leipzig 1894, pag. 144.

Ueber das Tracheensystem und die Imaginalscheiben der Larve von Eristalis tenax L.

Von

Bruno Wahl.

(Mit 5 Tafeln und 2 Textfiguren.)

Einleitung.

Die gemeine Schlammfliege, *Eristalis tenax L.*, und ihre Entwicklung hat schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Wir finden dieses Thier schon in den zoologischen Werken des 17. und 18. Jahrhunderts beschrieben und abgebildet.

Schon GOEDART[1]) erwähnt es 1662 in seinem Buche über die Insecten, ihm folgten 1685 M. LISTER[2]), 1679 MARIA SIBYLLE Gräfin MERIAN[3]) und 1720 ELEAZAR ALBIN.[4])

RÉAUMUR[5]) hat 1738 in seinen „Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes" dieser Fliege eine eingehende Besprechung gewidmet. Er beschreibt die Gattung *Eristalis* unter dem Namen *„mouche abeilleforme"*, bienenartige Fliege, da sie in Form und Farbe einer Biene ungemein ähnlich sieht. Die Larven bezeichnet er als *„vers à queue de rat"*, als Rattenschwanzlarven, ein Name, der ihnen bis heute geblieben ist. Er beschreibt den Schwanz als ein rückziehbares Athemrohr mit zwei Oeffnungen am Hinterende, die von Borsten umstellt sind. Der Schwanz besitze Ring-

---

[1]) Lit.-Verz. 11.

[2]) Lit.-Verz. 11a, pag. 307, Nr. CXXVI.

[3]) Lit.-Verz. 25, pag. 6, Nr. XX.

[4]) Lit.-Verz. 1, Tafel LXIII, Fig. *e, f, g*.

[5]) Lit.-Verz. 29, T. IV, M. XI, pag. 439—474, Tafel 30—33. Der betreffende Abschnitt trägt den Titel: Des mouches à deux ailes, qui ont l'air d'abeilles, et de celles, qui ont l'air de guespes et de frelons.

muskeln und zwei grosse Tracheenstämme, welche sein Inneres vollständig erfüllen. Er erwähnt auch zweier Hörner am Kopfe der Larve, zu denen sich während der Verpuppung noch ein zweites, dahinter gelegenes Paar gesellt. Alle diese vier Hörner dienen nach Réaumur zur Athmung, aber nur während der Puppenzeit. Er beobachtete, dass sich manchmal bei der Entleerung der Excremente an dem After 10—12 Anhänge zeigen, welche einige Zeit im Wasser flottiren. Swammerdam[1]) erwähnt 1752 ebenfalls diese Fliege.

In der zoologischen Literatur unseres Jahrhunderts finden wir zahlreiche Untersuchungen einzelner Organe der Imago, wie auch der Larve. Soweit dieselben auf unser engeres Thema Bezug haben, werde ich sie in den einzelnen Capiteln besprechen und verweise auch gleichzeitig auf das beigegebene Literaturverzeichniss. Erwähnen will ich hier nur noch die vortreffliche Arbeit des Dr. Andreas Batelli[2]) (1870) und ein 1895 erschienenes Buch von G. B. Buckton[3]), welche beide *Eristalis tenax* zum Gegenstande haben.

Die vorliegende Arbeit bezweckt vor allem eine möglichst vollständige, anatomische Beschreibung des Tracheensystems, der Darmkiemen und Stigmen der Larve von *Eristalis* zu geben, die Histologie der Tracheen darzustellen, mit besonderer Berücksichtigung des Capillarendnetzes und der Regenerationsherde. Hieran anschliessend sollen die Imaginalscheiben des Thorax, deren Beziehungen zur Hypodermis und zum Tracheen- und Nervensystem behandelt, schliesslich noch die Anlagen des imaginalen Kopfes besprochen werden.

Das Material zu dieser Arbeit habe ich zum Theile selbst gesammelt gelegentlich eines Sommeraufenthaltes in Lofer bei Reichenhall, sowie in der Umgebung von Salzburg. Wiederholte Sendungen lebender Larven, die aber zum Theil einer anderen Art *(Eristalis arbustorum L.)* angehörten, bezog ich aus Graz.

Für die wissenschaftliche Anleitung im Laboratorium fühle ich mich verpflichtet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor K. Grobben an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ebenso bin ich auch Herrn Privatdocenten Dr. Th. Pintner zu Dank verbunden, der mich stets bei meinen Untersuchungen freund-

[1]) Lit.-Verz. 34, pag. 256—257.

[2]) Lit.-Verz. 2.

[3]) Lit.-Verz. 3.

lichst unterstützt hatte, wie auch Herrn Director Professor Brauer für wiederholt gegebenen werthvollen Rath.

Eristalis tenax L. gehört zur Familie der Syrphiden oder Schwebfliegen und wurde ursprünglich als *Syrphus tenax* bezeichnet. Ihre Larve ist madenartig, mit sieben Paar Fussstummeln versehen, die dem 1.—7. Abdominalsegment angehören. An ihrem Vorderende trägt die Larve zwei Fühler, welche mit je zwei Tastpapillen enden. Unmittelbar hinter der ventral in einer kleinen Einbuchtung gelegenen larvalen Mundöffnung liegt ein Paar von Hautwülsten, die dem Metathorax angehören und wohl Fussstummeln homolog sind.

Der Kopf ist, wie in der Regel bei den Fliegenlarven, zum Theile eingezogen und dadurch theilweise zu einem Atrium des Darmes geworden. Der Vorderdarm besteht aus einem pharynxartigen Abschnitt und dem Oesophagus. An diesen schliesst sich der Proventrikel und der Chylusdarm an. Dieser ist vielfach gewunden und geht schliesslich in den Enddarm über, der im achten Abdominalsegmente durch den After mündet. Als Anhänge des Darmcanals finden sich ein Paar Speicheldrüsen, vier Magenblindsäcke, vier Malpighische Gefässe, von denen die beiden vorderen in ihrem Anfangsstück sackartig erweitert sind, und schliesslich noch Darmkiemen. Das Nervensystem besteht aus einem oberen Schlundganglion, einer Schlundcommissur, welche den Oesophagus umgreift, und den Bauchganglien, die zu einer stark contrahirten Ganglienkette verschmolzen sind. Dorsal vom Darme liegt der Herzschlauch, der durch den Besitz von Pericardialzellen und von grossen Flügelmuskeln ausgezeichnet ist.

Diese Larve besitzt ein auffallendes Merkmal in der langen, schwanzartigen Athemröhre, der sie den Namen „Rattenschwanzlarve“ verdankt, und gleicht hierin den Larven der nächstverwandten Gattungen, wie *Helophilus, Malota* etc. Sie lebt in Jauche und nährt sich von faulenden, organischen Stoffen. Sie kriecht häufig am Boden herum oder schwimmt mit Hilfe schlängelnder Bewegungen ihres Körpers. Oft schwebt sie wagrecht frei im Wasser und streckt ihre Athemröhre bis an die Oberfläche desselben, um so Luft einzuathmen. Die ausgewachsene Larve besitzt eine Länge von etwa 2 Cm., die Athemröhre misst in ausgestrecktem Zustande $3^1/_2$ Cm. und kann auf ein Drittel verkürzt werden.

Wenn die Larve reif zur Verpuppung ist, verlässt sie ihr nasses Element, kriecht ins Trockene und hängt sich mit Hilfe des Schwanzes in gestürzter Lage auf. Die Cuticula zieht sich etwas zusammen und erhärtet dann zu einer Tonne, innerhalb welcher sich die Metamorphose vollzieht. Etwa am zweiten Tage treten hinter

den vorderen Larvenstigmen, die aber geschlossen sind, zwei stark chitinisirte Hörner auf, die prothorakalen Puppenstigmen, welche die Tonne nach aussen durchbrechen. Nach meiner Beobachtung, die ich im August 1898 machte, war stets am 15. Tage nach der Verpuppung die Metamorphose vollendet.[1]) Nach Sprengung eines Deckels am Kopfende der Tonne kriecht die Fliege aus.

Ich habe die Beobachtung gemacht, dass man Larven, die noch nicht ganz die volle Grösse einer ausgewachsenen, verpuppungsreifen Larve besitzen, fast stets dadurch zu vorzeitiger Verpuppung zwingen kann, dass man sie ohne Futter und Wasser hält. Nach 2—3 Tagen haben sich diese Thiere dann verpuppt, wobei freilich die Tonne, wie auch die auskriechende Imago entsprechend kleiner war als bei gewöhnlicher Entwicklung. Es scheint mir der Umstand noch interessant, dass diese Puppen nicht 15 Tage zur Metamorphose brauchten, sondern nur 14 oder sogar nur 13 Tage. An einen etwaigen Einfluss der Temperatur ist in diesem Falle nicht zu denken, da ich gleichzeitig unter denselben Bedingungen auch die normale Entwicklung von 15 Tagen beobachtete.

Anatomie des Tracheensystems.

Untersuchungsmethode. Ich habe zur anatomischen Untersuchung des Tracheensystems zwei Arten von Präparaten verwendet. Als sehr geeignet erwies sich eine Injection der Leibeshöhle des lebenden Thieres von der Aftergegend aus mit purem Glycerin. Hiebei werden alle Organe ungemein durchsichtig, die Tracheen selbst bleiben luftgefüllt und sind so wenigstens jene der Haut und der anderen oberflächlich gelegenen Organe deutlich erkennbar. Diese Methode hat den grossen Vortheil, dass das Thier nicht durch einen Schnitt mit Messer oder Schere verletzt wird und daher alle Tracheen in ihrem natürlichen Zusammenhange mit den Organen bleiben. Die beiden S-förmigen Biegungen, welche ich an den Tracheenhauptstämmen beschreiben werde, verschwinden allerdings, da durch die Injection der Larvenkörper und mit ihm auch die beiden Tracheenhauptstämme gestreckt werden. Dieser Umstand trägt aber nur zur Erleichterung der Untersuchung bei. Die Zeichnungen Fig. 1 auf Tafel I, Fig. 1, 2 und 3 auf Tafel II und Fig. 1 und 2 auf Tafel III sind alle nach solchen Injectionspräparaten gezeichnet. Zum Studium der Tracheen, welche den Darm-

[1]) Gegenüber einigen älteren Angaben, nach welchen die Puppenzeit siebzehn Tage dauert.

canal und den Fettkörper versorgen, sind solche Präparate aber weniger geeignet. Für diesen Zweck habe ich die mit Glycerin injicirten Thiere der Länge nach aufgeschnitten, die Haut etwas ausgebreitet und dann eine Färbung mit einer Mischung von zwei Theilen purem Glycerin und einem Theil Beale'scher Carminlösung angewandt. Die Untersuchung erfolgte nach Montirung des Objectes in Glycerin. Die Tracheen verloren zwar bei dieser Behandlung grösstentheils ihren Luftgehalt, waren aber trotzdem ungemein deutlich, einerseits infolge des starken Lichtbrechungsvermögens der chitinösen Intima, andererseits infolge des Umstandes, dass die grossen Kerne der Matrixschicht sich ziemlich lebhaft färbten. Die Untersuchung erfolgte fast durchwegs mit Ocular III und Objectiv 3 eines Reichert'schen Mikroskopes.

Anatomie. Am Tracheensysteme der Rattenschwanzlarve fallen zwei dorsal gelegene Hauptlängsstämme auf, welche am Kopfende mit geschlossenen sogenannten Stigmenhörnern beginnen, sich durch den ganzen Körper erstrecken und schliesslich auch in die schwanzartige Athemröhre fortsetzen, an deren hinterem Ende sie durch Stigmenöffnungen nach aussen münden. Diese Hauptstämme setzen sich aus drei morphologisch verschiedenwerthigen Abschnitten zusammen, wie aus der späteren Beschreibung hervorgehen wird. Die Stigmen am Hinterende der Larve sind die einzig offenen; wir haben also, wie bei den meisten Syrphidenlarven, den metapneustischen Typus vor uns, wie dies bereits PALMÉN[1]) festgestellt hat. BATELLI[2]) glaubte auch am Vorderende der Tracheenhauptstämme offene Stigmen zu sehen und sprach deshalb die Meinung aus, das hintere Stigma diene zum Einathmen der Luft, das vordere zum Ausathmen. Dies ist aber unrichtig. Die beiden Tracheenhauptstämme liegen nicht geradegestreckt im Körper, sondern zeigen einige typische Biegungen. In einiger Entfernung vom Vorderende, die etwa dem vierten Theile der ganzen Länge des Rumpfes entspricht, biegen die beiden Tracheenstämme sich S-förmig dorsalwärts gegen das Vorderende und wieder gegen das Hinterende. Hinter dieser Biegung erweitern sich beide Tracheenstämme und bilden grosse Luftsäcke, welche man beim lebenden Thiere am Rücken silberglänzend durchschimmern sieht; sie besitzen bei einer ausgewachsenen Larve eine Breite von 1 Mm. und eine Länge von etwa 10 Mm. Die Tracheenhauptstämme

---

[1]) Lit.-Verz. 28, pag. 79.

[2]) Lit.-Verz. 2, pag. 104.

nehmen nach hinten wieder an Dicke ab und bilden abermals eine S-förmige Biegung, welche, correspondirend mit der vorderen, ventralwärts, zuerst nach vorne und dann wieder nach hinten umbiegt. Die beiden Tracheenhauptstämme haben nach hinten ihre Fortsetzung in den beiden grossen Stigmenästen, welche in der Athemröhre liegen.

Wenn diese letztere durch Einstülpung ihres distalen Theiles verkürzt wird, so treten die beiden Stigmenäste theilweise aus der Athemröhre in die Leibeshöhle des Rumpfes zurück und bilden hier mannigfache Schlingen, wie wir dies z. B. auf Tafel I, Fig. 1 *(tsp)*, abgebildet sehen. Die beiden S-förmigen Schlingen der Tracheenstämme im Rumpfe verschwinden, wenn gerade die betreffende Körperregion sich besonders gestreckt hat, wie man dies beim Kriechen des Thieres oft beobachten kann. Vor der ersten und hinter der zweiten S-förmigen Biegung sind die beiden Tracheenhauptstämme durch je einen mächtigen Querstamm verbunden, den wir als vordere und hintere Tracheencommissur bezeichnen wollen. Sie sind in Fig. 2 der Tafel I bei *T* und *Y* zu sehen. Sie gehören dem Mesothorax und dem siebenten Abdominalsegmente an.

Die beiden Tracheenlängsstämme geben zahlreiche Aeste ab, welche zu den verschiedenen Organen der Larve herantreten. Manche dieser Aeste sind den Körpersegmenten entsprechend metamer angeordnet, andere aber treten nicht metamer auf, und diese gehören alle dem Vorderende der Larve an. Wir müssen daher segmentale und asegmentale Tracheenäste unterscheiden.

A. Segmentale Tracheenäste. Die segmentalen Tracheenäste entspringen an den beiden Tracheenhauptstämmen zum Theil an deren Aussenseite, zum Theil an deren Innenseite, so dass man sie in „äussere“ und „innere“ Tracheenäste eintheilen kann. Die ersteren wenden sich mehr der ventralen Seite, die letzteren der dorsalen Seite zu.

Die inneren Aeste finden sich in der Zahl von acht Paaren (Tafel III, Fig. 1 *A—H*) und entspringen in jenem Theile der Tracheenhauptstämme, welcher zwischen den beiden erwähnten Commissuren liegt. Sie sind klar zu erkennen, wenn man die Larve von der Dorsalseite betrachtet. Sie gehören dem Mesothorax, Metathorax und den sechs folgenden Abdominalsegmenten an und sind in den hinteren dieser Segmente viel reicher verzweigt als in den vorderen. Sie dienen zur Versorgung des dorsalen Theiles der Haut und der zugehörigen Muskeln. Der erste dieser Aeste besitzt nur

einen Nebenast (Tafel II, Fig. 2 *A*, *a*), der zweite *(B)* aber deren zwei *(a, b)*. Der dritte *(C)*. wie auch alle folgenden Aeste sind durch eine Anastomose *(c)* miteinander verbunden, die beim dritten Ast noch klein, bei den folgenden immer grösser wird. Von ihrer Mitte entspringen dann meist kleine Tracheenzweige. Ausserdem zeigen alle diese sechs Aeste noch die beiden Nebenzweige *a* und *b*, die wir schon am zweiten Aste gesehen haben.

Mit diesen „inneren" Aesten alterniren die „äusseren" Tracheenäste, deren sich zehn Paare finden. Der erste dieser Aeste liegt noch vor der vorderen Tracheencommissur, die sieben nächsten liegen stets zwischen je zwei inneren Aesten, der neunte findet sich kurz vor und der zehnte nach der hinteren Tracheencommissur. Sie gehören dem zweiten und dritten Thorakalsegmente, sowie den folgenden acht Abdominalsegmenten an und entspringen stets im vorderen Theile der einzelnen Segmente. Sie sind viel reicher verästelt und viel mannigfaltiger entwickelt als die inneren Aeste, da sie nicht nur die Haut und die Muskeln, sondern auch den Darmcanal mit all seinen Anhängen, den Fettkörper und die Bauchganglienkette mit Tracheen versehen. Sie theilen sich nahe ihrer Wurzel in drei Aeste, die wir als Hautmuskeltrachee, Darmtrachee und Fettkörpertrachee bezeichnen wollen. Die erstere versorgt die Haut und die Muskeln im lateralen und ventralen Körperabschnitt und entspricht hierin den inneren Tracheenästen, sie gibt aber ausserdem noch Aeste für die Bauchganglienkette ab. Die Darmtracheen versehen den Darmcanal, die Speicheldrüsen und die Magenblindsäcke, die Fettkörpertracheen hingegen den Fettkörper und die Malpighischen Gefässe. In den Zeichnungen Tafel I, Fig. 1, Tafel III, Fig. 1 und auf Tafel II sind stets nur die Hautmuskeltracheen eingezeichnet, während die beiden anderen Tracheenzweige ganz weggelassen oder nur an ihrer Wurzel angedeutet sind, um das Bild nicht allzusehr zu compliciren.

Die Verzweigung des Hautmuskelastes ist am übersichtlichsten in einer seitlichen Ansicht, wie sie auf Tafel I, Fig. 1 gegeben ist. Jede dieser Tracheen, gabelt sich (vgl. z. B. Ast VI bei *U)*; ein Ast *(k)* geht mehr dorsolateral und gibt noch einen nach hinten verlaufenden Zweig *(l)* ab; der andere Ast geht lateral und verbindet sich durch einen seitlichen Längsstamm mit den entsprechenden Tracheenästen der übrigen Segmente. Diese seitlichen Längsstämme *(i)* erstrecken sich durch die ganze Länge der Larve und geben segmental angeordnete Tracheenzweige ab, die sich alle mehr der ventralen Seite zuwenden. Je ein Ast *(e)* zweigt nahe

hinter der Eintrittsstelle der äusseren Hautmuskeltrachee in den seitlichen Längsstamm ab und versorgt die Gegend zwischen je zwei Paaren von Fussstummeln. Unmittelbar hinter diesem Aste entspringt eine feine Trachee *(g)*, welche sich ungetheilt bis zur Bauchganglienkette erstreckt und sich theilend in diese eintritt. Etwas hinter dieser Nerventrachee entspringt je ein Ast *(h)*, der zu den Bauchfüssen geht. Ausser diesen drei Aesten finden sich noch einzelne, unregelmässig angeordnete, sehr kleine Aestchen, welche ebenfalls ihren Ursprung von den seitlichen Längsstämmen nehmen. Diese drei beschriebenen Aeste *(e, g, h)* der seitlichen Längsstämme gehören jenem Segmente an, zu welchem die vor dem Aste *e* einmündende Hautmuskeltrachee gehört und müssen als Verzweigungen des Hautmuskelastes der äusseren Tracheenäste betrachtet werden.

Von der Hautmuskeltrachee der äusseren Aeste geht noch vor der Verzweigung, die wir am Aste VI mit *U* bezeichnet haben, ein lumenloser Strang ab, der mit einer tellerartigen Verbreiterung an der Hypodermis endet (Sa_1, Tafel I, Fig. 1). Er ist nichts anderes als der geschlossene Stigmenast, der in der Imago zur Entfaltung kommt. Wir finden diese Stigmenanlage an den Aesten II—IX, also im Metathorax und im ersten bis siebenten Abdominalsegmente. Im achten, d. i. am Aste X, ist das Stigma bei der Larve thätig, es ist dies das Stigma am Ende der Athemröhre. Am Aste I, also im Mesothorax, vermochte ich den Stigmenast nicht zu finden, wiewohl die Imago dort ein offenes Stigma besitzen soll (?).

In den vordersten Segmenten variirt die Anordnung der äusseren Tracheenäste in geringem Grade und ebenso im letzten Segmente. Bevor wir aber hierauf eingehen, wollen wir noch die beiden anderen Zweige der äusseren Aeste, die Darmtrachee und Fettkörpertrachee näher betrachten. Auch die letzteren sind in den mittleren Segmenten am charakteristischesten ausgebildet. Die Abbildung Tafel I, Fig. 2 stellt das Tracheensystem von der Ventralseite dar; der Tracheenhauptstamm ist des Raumersparnisses wegen auf einer Seite nicht ganz eingezeichnet.

Die Darmtracheen versorgen, wie schon erwähnt, den Darmcanal, die Speicheldrüsen und die Magenblindsäcke. Die Darmtrachee des ersten Astes geht zum Pharynx *(ph)*, während sie am zweiten Aste fehlt. Es hat hier die Fettkörpertrachee ihre Stelle übernommen, indem sie das Anfangsstück der Speicheldrüsen *(sp)* versorgt, während der grösste Theil der letzteren von Zweigen der Darmtrachee III versehen wird. Der Oesophagus besitzt keine Tracheen. Die Trachee des dritten

Astes versorgt ausser den Speicheldrüsen noch die vorderen Magenblindsäcke *(ms)* und sendet mehrere grössere Zweige von vorne in den Proventrikel *(pro)*. Die Darmtrachee des vierten Astes geht von hinten zum Proventrikel und gibt ausserdem noch Aeste an die vier Magenblindsäcke ab. Die Darmtracheen des V.—IX. Astes versorgen der Reihe nach den Chylusmagen *(ch)* bis zur Einmündung der Malpighischen Gefässe. Da dieser Theil des Darmes infolge eines bedeutenden Längenwachsthumes die ursprüngliche gestreckte Lage verloren und sich in zahlreiche Windungen gelegt hat, so sehen wir, dass die Darmtracheen diesen Krümmungen des Darmes gefolgt sind und infolge dessen sich mannigfach überkreuzen. Das Bild dieses hinteren Theiles des Verdauungscanales und seiner Tracheen ist ein asymmetrisches, und ich habe daher bei diesem Abschnitt in der Zeichnung der Tafel I, Fig. 2 auch die zweite Körperseite, beziehungsweise den zweiten Tracheenhauptstamm vollständig eingezeichnet. Das kurze Stück des Darmes, welches zwischen der Einmündungsstelle der Malpighischen Gefässe *(ma)* und einer durch einen papillenförmigem Vorsprung gekennzeichneten Stelle des Enddarmes *(py)* liegt, bleibt von Tracheen frei. Der lange gleichfalls gewundene Enddarm wird nur vom Aste X versorgt. Dieser auffallende Unterschied in der Tracheenversorgung des Chylusdarmes im Vergleiche zu jener des Enddarmes zeigt, dass ersterer mehreren Segmenten, hingegen letzterer nur einem Segmente angehört, ursprünglich daher kurz war und seine bedeutende Längenentwicklung eine secundäre ist.

Die Fettkörpertracheen finden sich am II.—X. äusseren Aste und umspinnen mit ihren Verzweigungen die grossen Zellen des Fettkörpers, der in symmetrischer Anordnung den beiden Tracheenhauptstämmen entlang sich hinzieht. Am mesothorakalen ersten äusseren Ast fehlt eine Fettkörpertrachee. Am zweiten Ast hat sie, wie schon erwähnt, auch die Stelle der Darmtrachee übernommen, indem sie nicht nur zum Fettkörper, sondern auch zu den Speicheldrüsen Zweige sendet. Die III.—VI. Fettkörpertrachee versorgen ausser den Fettzellen noch das obere Paar der Malpighischen Gefässe, hingegen sind deren blindsackartig erweiterte Anfangstheile (in der Abbildung Tafel I, Fig. 2 nicht eingezeichnet) von Tracheen frei. Die Trachee des siebenten Astes versieht ausschliesslich den Fettkörper, die des achten und neunten Astes geben auch noch Aeste für die beiden hinteren Malpighischen Gefässe ab. Die Fettkörpertrachee des zehnten Astes theilt sich in zwei Zweige, von denen einer nur zum Fettkörper geht, der andere *(π)*

aber nach rückwärts läuft und die Hypodermis und Muskeln der schwanzartigen Athemröhre in deren zwei ersten Theilen versorgt.

Wie wir schon hervorgehoben haben, ist die Anlage der Hautmuskeltracheen des I.—III. äusseren Astes, sowie des zehnten Astes etwas modificirt, doch liegt auch hier im allgemeinen der Anordnung der einzelnen Tracheen derselbe Typus zugrunde, den wir oben besprochen haben und der in allen anderen Segmenten streng eingehalten wird.

Wir sehen in Tafel II, Fig. 3 die vordersten Segmente von der ventralen Seite abgebildet. Wenn wir vom dritten äusseren Aste ausgehen, der dem ersten Abdominalsegmente angehört, so können wir bemerken, dass die zugehörigen Tracheenzweige, die von den seitlichen Längsstämmen *(i)* entspringen, nämlich die Tracheen e_3, g_3 und h_3, vollkommen dem Schema der mittleren Abdominalsegmente entsprechen. Wir haben aber dort eine Gabelung des äusseren Astes besprochen (vergl. Tafel I, Fig. 1, Ast VI bei *U)*, die wir hier nicht finden, und ebenso auch nicht am II. äusseren Aste. Die Aeste k_3 und l_3 sind hier an den seitlichen Längsstamm *(i)* hinaufgerückt und entspringen sogar getrennt, während sonst der Ast l einen Seitenzweig des Astes k darstellt. Verfolgen wir den seitlichen Längsstamm *(i)* nach vorwärts, so bemerken wir, dass sein Verlauf nicht so geradlinig ist wie in den hinteren Segmenten (vergl. Tafel II, Fig. 1), sondern ein gewundener wird. Dies weist auf eine Verkürzung und Zusammenziehung dieser Segmente hin, aus welchen sich der Thorax der Imago bildet.

Im Metathorax ist hinter dem Aste h_2 eine Trachee (α) eingeschoben, welche von dem seitlichen Längsstamm entspringend nach der Ventralseite geht. Vom Aste h_2 selbst zweigt eine Trachee (f_2) ab, die, obwohl nur klein, sehr wichtig ist. Sie geht nämlich in die untere Imaginalscheibe des Metathorax. Diese liegt stets in der Nähe jener Stelle, wo die Trachee (g_2) für die Bauchganglienkette entspringt (vergl. Tafel IV, Fig. 1). Der Ast e_2 ist regelmässig. Der Ast k_2 entspringt, wie ich bereits erwähnt habe, wiederum von dem seitlichen Längsstamm, und besitzt seinen typischen Nebenast (l_2), während dieser im ersten Abdominalsegmente getrennt entspringt.

Im Mesothorax finden sich hinter dem Aste h_1 zwei Tracheen eingeschoben, die als γ und β bezeichnet sind. Der Ast h_1 tritt in die hinter dem Munde gelegenen fussstummelartigen Hautwülste ein, welche ich in der Einleitung erwähnt habe. Die Trachee der unteren Imaginalscheiben des Mesothorax (f_1) zweigt nicht vom Aste h_1

ab, wie dies den Verhältnissen im Metathorax analog wäre, sondern ist als selbständiger Ast zwischen den Tracheen h_1 und g_1 genau an derjenigen Stelle des seitlichen Längsstammes eingeschaltet, wo letzterer einen spitzen Winkel bildet. Ein Ast e_1 und k_1 fehlt, dafür findet sich eine andere, reich verzweigte Trachee *(w)*, welche beide ersetzt. Der äussere Tracheenast I ist sehr kurz, er bildet gewissermassen nur eine gemeinsame Wurzel für seine einzelnen Tracheen. Zu diesen gehört auch die schon beschriebene Darmtrachee *(Dtr)*, welche in den Pharynx eintritt.

Der seitliche Längsstamm *(i)* endet nicht in diesem I. äusseren Aste, sondern geht noch nach vorne, und es muss dieser Theil des Längsstammes zum Prothorax gerechnet werden. Ein prothorakaler „äusserer" Tracheenast aber fehlt. Es entspringt von diesem Theil des seitlichen Längsstammes insbesondere eine mächtige Trachee *(y)*, welche wohl mit keiner Trachee eines anderen Segmentes verglichen werden kann. Sie reicht bis in die Fühler, und gibt zwei besondere Aeste ab, einen, der die Haut in der Gegend der larvalen Mundöffnung versorgt, und einen andern *(v)*, der in das Kopfatrium eintritt. Ausser dem Aste *y* zweigen noch die Tracheen h_0 und f_0 ab, welche letztere die unteren Imaginalscheiben des Prothorax versieht. Schliesslich geht der seitliche Längsstamm *(i)* in die prothorakale Trachee der Bauchganglienkette g_0 über.

Da bei der Larve von *Eristalis* die Bauchganglienkette contrahirt ist und in der Oesophagealgegend liegt, so sind dadurch die Tracheen, welche aus zehn Segmenten, drei thorakalen uud sieben abdominalen, in diesen Bauchstrang eintreten, gezwungen, sich bis zu diesem zu verlängern. Dies betrifft insbesonders die Nerventracheen der vordersten und hintersten Segmente und wir sehen daher bei Betrachtung des Thieres von der Ventralseite (Tafel II, Fig. 1), dass sich diese Tracheen zu bedeutender Länge entwickelt haben. Sie verlaufen alle von ihrem Ursprung aus den seitlichen Längsstämmen bis zur Ganglienkette vollkommen ungetheilt.

Die drei thorakalen Tracheen des Nervensystems (g_0, g_1 g_2) weichen von den analogen Tracheen des Abdomens darin ab, dass immer die der linken Seite mit jener der rechten durch eine kurze Anastomose verbunden ist. Die unteren Imaginalscheiben des Pro- und Mesothorax liegen nahe diesen Anastomosen, symmetrisch zu beiden Seiten der ventralen Medianlinie; die unteren Metathorakalscheiben aber liegen mehr lateral, nahe der Stelle, wo die metathorakale Nerventrachee *(g_2)* vom seitlichen Längsstamm abzweigt. Diese drei Paare von Imaginalscheiben sind aber nicht mit den Tracheen,

welche zu den Bauchganglien gehen, verwachsen, wie Weismann[1]) annahm, sondern nur durch die kleinen, kurzen Tracheenzweige *f* mit dem Tracheensystem verbunden. Letztere *(f)* senden in die Imaginalscheiben einen Knäuel wirr sich kreuzender Tracheencapillaren. Die Beziehungen der Imaginalscheiben zum Tracheensystem sind in Fig. 1 auf Tafel IV dargestellt. Die oberen Imaginalscheiben besitzen keine Tracheen.

Aus dieser bestimmten Lagebeziehung von segmentalen Tracheen zu den unteren Imaginalscheiben kann man am sichersten bestimmen, welchen Segmenten die einzelnen Tracheenäste angehören. Da die innere Segmentirung des Insectenkörpers sehr verwischt ist, jegliche Dissepimente fehlen und alle Organe in der Leibeshöhle frei liegen, nur durch Tracheenzweige suspendirt und mit einander verbunden sind, so wäre es sehr schwer zu entscheiden, welchen Segmenten die einzelnen Tracheenäste zugehören. Durch die Verbindung aber bestimmter Tracheen mit den Imaginalscheiben des Thorax ist es möglich, zunächst die den thorakalen Segmenten zugehörigen Tracheen zu bestimmen und von diesen ausgehend auch die Segmentbestimmung der abdominalen Tracheen vorzunehmen. Einen zweiten Anhaltspunkt für die Bestimmung der Segmente bieten die Anlagen der Stigmenäste.

Wie die vordersten Segmente, so ist auch das letzte Segment, das achte Abdominalsegment, dem der äussere Ast X zugehört, etwas modificirt. Die Ursache der veränderten Ausgestaltung dieses Astes ist in zwei Punkten gegeben. Erstens ist das Stigma dieses Segmentes während der Larvenzeit thätig und liegt an das entfernte Hinterende der schwanzartigen Athemröhre verlegt, infolgedessen die beiden Stigmenäste mächtig entwickelt sind. Die zweite Ursache liegt in dem Vorhandensein von Darmkiemen, welche reich mit Tracheen versehen sind. Der Ast X theilt sich nicht in drei, sondern in vier Aeste. Wir sehen diese Verhältnisse in Tafel III, Fig. 2 dargestellt, wo das Hinterende der Larve von der Dorsalseite her abgebildet ist. Ein Zweig des X. Astes geht in den Fettkörper *(Ftr)*, ein zweiter bildet den Hautmuskelast *(Hmtr)* und gibt gleich an seinem Grunde den mächtigen Stigmenast *(St)* ab; ein dritter Zweig geht zum Enddarm *(Dtr)*, der vierte *(Ktr)* aber versorgt die Darmkiemen. Vielleicht ist aber letzterer nur als besonderer Nebenzweig der Darmtrachee anzusehen. Wir hätten dann auch am äusseren Aste X die typische Theilung in drei Aeste. Die weitere

[1]) Lit.-Verz. 37, pag. 150—156.

Verästelung der Tracheen der Darmkiemen will ich in Zusammenhang mit dem Bau dieser Kiemen beschreiben. Die Darmtrachee selbst haben wir schon früher im Anschluss an die Darmtracheen der anderen Segmente besprochen.

Die Fettkörpertrachee *(Ftr)* des X. äusseren Astes theilt sich in geringer Entfernung von ihrem Ursprung. Der eine Ast geht nach vorne zum Fettkörper, der andere Ast (π) aber läuft nach rückwärts und tritt in die Athemröhre ein, die er in zwei Dritteln ihrer Länge durchsetzt. Er gibt kleine Zweige ab, welche die Hypodermis und die Muskeln des Schwanzes versorgen.

Von dem Hautmuskelaste trennt sich gleich am Grunde der grosse Stigmenast, der infolge seiner mächtigen Entwicklung als die Fortsetzung des Tracheenhauptstammes erscheint, morphologisch aber von ihm zu unterscheiden ist. Er mündet am Ende der langen Athemröhre. Die Hautmuskeltrachee gibt einen Ast φ ab, der die Wurzel des Schwanzanhanges versorgt, ferner einen mehr dorsal gelegenen Ast ω, und theilt sich dann in die Zweige k_{10} und i. Dass dieser Ast k_{10} den Aesten k der übrigen Segmente analog ist, kann man am besten an einer seitlichen Ansicht erkennen. (Siehe Tafel I, Fig. 1.) Der Ast i aber ist nichts anderes als der seitliche Tracheenlängsstamm, durch welchen der Ast X mit dem Aste IX verbunden ist. Von diesem Längsstamme i entspringen die Tracheen h_9, g_9 und e_9, die dem siebenten Abdominalsegmente zugehören. Im achten Segmente fehlen die analogen Aeste, da sich die seitlichen Längsstämme nicht über die Einmündungsstelle in dem X. Ast hinauserstrecken. Die Stelle der Aeste h und e haben die erwähnten Tracheen φ und ω übernommen. Wie wir später sehen werden, fallen die Tracheen des achten Abdominalsegmentes bei der Metamorphose der Rückbildung anheim.

B. Asegmentale Tracheenäste. Die asegmentalen Tracheen finden sich alle nur am Vorderende der Larve und entspringen alle im Mesothorax zum Theil aus der vorderen Tracheencommissur, zum Theile aber aus den Tracheenhauptstämmen selbst (Tafel II, Fig. 2).

An zwei symmetrisch gelegenen kleinen Ausbuchtungen der vorderen Tracheencommissur *(W)* entspringen je zwei Tracheenäste, welche sich dorsal nach vorne wenden. Der mediale derselben *(m)* verästelt sich an seinem Ende baumartig, der laterale theilt sich in zwei Tracheen *(x* und *o)*, deren äussere *(o)* noch einen Seitenzweig *(p)* abgibt. Sie gehen alle zu der Haut und zu der Musculatur.

Unmittelbar vor der vorderen Commissur entspringt aus den Tracheenhauptstämmen beiderseits an der Innenseite eine ansehnliche Trachee *(s)*, welche sich alsbald in zwei Aeste theilt. Wir müssen sie ihrer Function nach als Cerebropharyngealtrachee bezeichnen. Einer ihrer Aeste *(q)* wendet sich als Cerebraltrachee nach rückwärts, verbindet sich mit dem entsprechenden der Gegenseite durch eine Anastomose und tritt dann in das Gehirnganglion ein, dasselbe reich mit seinen Capillaren versehend. Der andere Ast *(r)* wendet sich mehr nach vorne und tritt von der lateralen Seite in den Pharynx ein. Wir haben gehört, dass zu diesem auch die Darmtrachee des äusseren Astes I geht, also ein segmentaler Ast. Man kann nun beobachten, dass sich diese beiden Tracheen nicht mischen, sondern streng gesondert bleiben, wie dies auch in Tafel III, Fig. 4 dargestellt ist. Die segmentale Darmtrachee tritt etwa in der Mitte des Pharynx an denselben heran und sendet nach vorn und hinten einen Ast, der das Epithel versorgt. Die asegmentale Pharyngealtrachee *(r)*, welche viel grösser ist, tritt von der Lateralseite an den Pharynx heran und versorgt die mächtigen dorsalen Muskeln desselben.

A. Batelli [1]) hat in seiner Arbeit über die Larve von *Eristalis* eine Unterscheidung segmentaler und asegmentaler Tracheen nicht gemacht. Auch er hat zwar äussere und innere Aeste unterschieden, ist aber dabei in Irrthümer verfallen. Als innere Aeste bezeichnet er die beiden Tracheencommissuren, die eben besprochene Cerebropharyngealtrachee und die Darmtracheen, welche letztere in Wirklichkeit an der Aussenseite der Hauptstämme entspringen. Als äussere bezeichnet er die Tracheen, welche zu den seitlichen Längsstämmen gehen und die Hypodermis und den Fettkörper versorgen. Den gemeinsamen Ursprung dieser mit den Darmtracheen hat er nicht erkannt.

Buckton [2]) bringt über die Vertheilung der Tracheen in der Larve überhaupt nichts.

Kolbe [3]) hat in seinem bekannten Buche über die Insecten ein Schema des Tracheensystems der Insecten abgebildet und erläutert. Dasselbe stimmt mit dem Tracheenbau der Larve von *Eristalis* zwar in vielen Punkten überein, weicht aber in einigen Dingen etwas davon ab. Die von Kolbe als obere (dorsale)

---

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 103, 104.

[2]) Lit.-Verz. 3.

[3]) Lit.-Verz. 14, pag. 493.

Aeste bezeichneten Tracheen entsprechen völlig den von mir als innere bezeichneten Aesten. Dann unterscheidet er noch mittlere viscerale Aeste, entsprechend unseren Darmtracheen, und untere ventrale Aeste, welche für die Centralganglienkette und die Muskeln des Bauchhalbringes bestimmt sind, und bei den meisten Insecten durch seitliche Längsstämme mit einander verbunden sein sollen. Dies ist auch bei der Rattenschwanzlarve thatsächlich der Fall, wovon wir uns überzeugt haben. Dieser Haut-, Muskel- und Nervenast entspringt bei unserer Larve aber mit der Darmtrachee gemeinsam und ebenso auch noch die Fettkörpertrachee. Von solchen Tracheenästen für den Fettkörper erwähnt Kolbe in seinem Schema überhaupt nichts, sie sind aber wenigstens bei der Larve von *Eristalis* deutlich als regelmässige segmentale Aeste ausgebildet.

Die Darmkiemen.

Die Darmkiemen sind Organe, welche geeignet sind, zeitweise die Stigmenathmung zu ersetzen. Um ihren Bau zu verstehen, muss man sie in ausgestülptem Zustande betrachten, wo sie sich trichterförmig um den After anordnen. Man kann zum Zwecke der Untersuchung die Kiemen auf künstliche Weise ausstülpen; wenn man mit zwei Fingern von vorne und rückwärts gegen den After eines lebenden Thieres einen Druck ausübt, so treten die Kiemen aus. Man kann dann entweder die Larven durch Injection von conc. Sublimatlösung oder besser von Sublimatalkohol [1]) conserviren und die Darmkiemen, welche hiebei ausgestreckt bleiben, mit Delafield's Hämatoxylin färben, oder man schneidet die ausgestreckten Darmkiemen von dem lebenden Thiere ab und untersucht sie in physiologischer Kochsalzlösung unter dem Deckglas. Mit letzterer Methode erzielte ich die besten Resultate.

Bei *Eristalis tenax* [2]) bestehen die Darmkiemen aus 20 blindsackartigen Schläuchen, welche symmetrisch zu beiden Seiten der Medianlinie angeordnet sind. Diese Blindsäcke sind etwa 3—4 Mm. lang und im Querschnitte annähernd kreisrund. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0·4 Mm. Die Kiemenschläuche stehen beiderseits in vier Gruppen. Zwei derselben, aus je zwei Blindsäcken bestehend, sind nach vorne gewendet, eine liegt lateral und besteht aus vier

---

[1]) Ich benutzte eine Mischung von 1 Theil Subl. conc. und 1 Theil Alkohol 95%.

[2]) Ich besitze auch mit mehr oder weniger Kiemenschläuchen versehene Larven, deren Species mir aber nicht bekannt ist.

Kiemenschläuchen, die vierte Gruppe ist nach hinten gerichtet und setzt sich, wie die beiden vorderen, aus zwei Blindsäcken zusammen. Jede dieser Gruppen besitzt einen basalen Theil, an dem die einzelnen Kiemenschläuche wurzeln. Wir sehen dies in Tafel III, Fig. 3 dargestellt, wo die Darmkiemen vollkommen ausgebreitet von der Ventralseite abgebildet sind. In der Mitte liegt die Afteröffnung *(An)*. Es sind ausserdem noch die Hauptäste der Tracheen eingezeichnet. In der darunter befindlichen Fig. 5 ist ein einzelner Kiemenschlauch genauer dargestellt.

Die Darmkiemen weisen ein typisches Plattenepithel mit grossen Zellkernen und feiner Cuticula auf. Das Zellplasma ist um die Kerne dichter angeordnet als in der Peripherie. Diese Kiemen sind nichts anderes als Ausstülpungen des ectodermalen Enddarmes, wobei sich das Enddarmepithel als Kiemenepithel, die Intima des Enddarmes aber als Cuticula der Kiemen fortsetzt. Die Tracheen liegen, wenn die Darmkiemen ausgestülpt sind, im Innern derselben. Diese Tracheen sind, wie schon erwähnt, vielleicht nur als besonders reich entwickelte Zweige der Darmtrachee des achten Abdominalsegmentes anzusehen, wofür der eben angeführte Umstand zu sprechen scheint, dass die Darmkiemen Ausstülpungen des Enddarmes sind.

Die Kiemenschläuche sind nicht alle unter einander vollständig gleich. Diejenigen, welche ich in Tafel III, Fig. 3 als 1, 3, 6, 8, 9 und 10 bezeichnet habe, besitzen einen distalen Anhang *(z)*, der durch eine kleine Einschnürung von dem proximalen Theile getrennt ist und einen etwas kleineren Durchmesser als dieser hat. Ein histologischer Unterschied ist nicht vorhanden. Die Anhänge *(z)* sind aber hauptsächlich durch einen Umstand gekennzeichnet, dass nämlich die Retractionsmuskeln, welche in die einzelnen Kiemenschläuche eintreten, sich nicht in diese Anhänge fortsetzen, sondern an deren Basis inseriren, während sie in den anderen Kiemenblindsäcken bis an das distale Ende reichen. In den Kiemenschläuchen mit distalem Anhange finden sich stets zwei solche Rückziehmuskeln, in den anderen nur einer. Im ganzen sind demnach sechzehn solche Muskeln auf jeder Seite vorhanden. Ausser diesen Retractionsmuskeln, welche am distalen Ende der Kiemenschläuche oder doch nahe demselben inseriren, und die ich daher als vordere Retractionsmuskeln bezeichne, finden sich noch hintere, welche am proximalen Theile der Kiemenschläuche inserirt sind. In Tafel III, Fig. 5 sind beide Arten zu sehen *(Kmv* und *Kmh)*. Der zweite Insertionspunkt aller Kiemenmuskeln liegt an der Hypodermis des achten Abdominalsegmentes.

Die Kerne dieser Muskeln liegen in einer geraden Reihe angeordnet in der Mitte des Muskels. Durch die Contraction dieser Retractionsmuskeln werden die ausgestülpten Darmkiemen wieder eingestülpt und kommen hiebei in die Leibeshöhle zu beiden Seiten des Enddarmes zu liegen. Hiebei werden die einzelnen Kiemenschläuche wie ein Handschuhfinger umgestülpt. Die distalen Anhänge *(z)* aber werden, da sie keine Muskeln besitzen, nicht umgestülpt, sondern nur mit zurückgezogen und kommen dadurch in das Innere des umgestülpten Theiles zu liegen. Die Tracheen der Kiemen liegen, wenn die Darmkiemen in die Leibeshöhle zurückgezogen sind, ausserhalb der einzelnen Blindsäcke und umgreifen diese mit ihren Verästelungen von aussen.

Die zwei Tracheen der Darmkiemen theilen sich jede in drei Hauptäste, deren einer zu den beiden vorderen Gruppen, einer zur seitlichen und einer zur hinteren Gruppe von Kiemenschläuchen geht. Der erste dieser Hauptäste theilt sich zweimal dichotomisch, entsprechend den vier Blindsäcken (1, 2, 3, 4 auf Tafel III, Fig. 3) der beiden vorderen Gruppen, der zweite Ast auch dichotomisch, ein Zweig läuft in den 8. Blindsack, der andere aber in den 6. Kiemenschlauch und gibt noch Aeste für den 5. und 7. ab. Der dritte Ast theilt sich einmal dichotomisch und versorgt die zwei Blindsäcke (9, 10) der hinteren Gruppe. In allen Kiemenschläuchen reichen die Tracheenäste bis an das distale Ende und treten auch in die beschriebenen Anhänge *(z)* ein. Sie geben nach zwei Seiten Zweige ab (Tafel III, Fig. 5), die nahezu regelmässig mit einander alterniren. An der Spitze dieser Seitenzweige liegen die Tracheenendzellen, von denen ich später noch sprechen werde. Von diesen strahlen sternförmig nach allen Seiten die Tracheencapillaren aus.

Die Darmkiemen wurden bei *Eristalis* zum erstenmale von Réaumur[1]) beobachtet; sie wurden, wie er sagt, bei der Entleerung der Excremente aus dem After ausgestülpt und flottirten dann einige Zeit im Wasser. Ueber ihre Function spricht sich Réaumur nicht aus.

Chun[2]) hat 1876 gelegentlich einer Untersuchung über die Rectaldrüsen der Insecten auch diese Darmkiemen von *Eristalis* untersucht. Er beschreibt ihr Epithel und ihre Muskeln. Er bildet einen einzelnen Kiemenblindsack in eingestülptem Zustand ab und

---

[1]) Lit.-Verz. 29, pag. 453.

[2]) Lit.-Verz. 6, pag. 38, 39.

gibt an, dass diese Schläuche von „starken, sich fein verästelnden und an der Spitze umbiegenden Tracheenästen" umsponnen sind. Seine Zeichnung lässt die Meinung erkennen, dass die Tracheen sich gegen die Spitze zu verästeln in feinere, aber noch spiralfadenhältige Aeste (also nicht etwa Capillaren), welche umbiegen und rücklaufend sich wieder zu grösseren Tracheen vereinigen. Dieser Irrthum konnte nur bei Untersuchung der Kiemen in eingestülptem Zustande entstehen, wo die Tracheen oft gekrümmt liegen. Chun erzählt, er habe die Darmkiemen mehrmals ausgestülpt gesehen, und zwar bei Larven, die in faulem Wasser lagen, insbesondere aber bei solchen, die er in reines Wasser brachte. Er hält die Schläuche ihrem Bau nach für „unzweifelhafte Drüsenzellen", entstanden durch Einstülpung des Mastdarmendes, und mit derselben Function wie dieser, da er sie öfter mit dem Darminhalt gefüllt sah. Ausserdem spricht er ihnen auch respiratorische Thätigkeit zu, und zwar während der Zeit, da sie ausgestülpt sind und im Wasser flottiren. Chun erklärt sie für eine „interessante Combination der Leistung der Rectaldrüsen und der Mastdarmkiemen", ohne dass diese Gebilde ihrer morphologischen Gestaltung nach mit einem dieser Organe übereinstimmten.

A. Batelli[1]) sieht, ohne Kenntniss von der Chun'schen Arbeit zu haben, die Darmkiemen als Analdrüsen an und hält ihre Ausstülpung nur für eine letale Erscheinung; doch gibt er die Möglichkeit einer noch zweiten Function zu.

G. B. Buckton[2]) hat ebenfalls die Darmkiemen gesehen, wie er sagt, elf blattartige Analflabellen; er vermuthet darin Rudimente der Rectaldrüsen der ausgewachsenen Fliege. Eine eingehendere Beschreibung aber gibt er nicht.

Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Bildungen des Enddarmes eine respiratorische Function zuschreibe. Dass denselben, wie Chun annimmt, auch die Fähigkeit der Nahrungsassimilation in beschränktem Masse zukommt, dafür habe ich bei meinen Beobachtungen keinen Anhaltspunkt gefunden.

Für ihre respiratorische Thätigkeit spricht vor allem die reiche Versorgung mit Tracheen, während sich die letzteren im Enddarme viel spärlicher finden. Die Ausstülpung der Darmkiemen erfolgt durch Contraction des Körpers, infolge deren ein Druck gegen den After ausgeübt wird, wobei die Darmkiemen und ebenso auch

---

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 102, 103.

[2]) Lit.-Verz. 3, pag. 50.

ein kleines Stück des Enddarmes ausgestülpt werden. Dass die Ausstülpung keine letale Erscheinung ist, dafür spricht schon das Vorhandensein eigener Muskeln, welche die ausgestülpten Kiemen wieder einstülpen können, woraus sich weiter auch ergibt, dass diese Kiemen in ausgestülptem Zustand ihre Function ausüben.

Ich habe wiederholt bei einzelnen Individuen, wenn ich grössere Mengen in Aquarien hielt, die Ausstülpung der Darmkiemen beobachtet. Auch sind mir zwei Fälle bekannt, wo dieselben in einem Aquarium bei fast allen Larven statthatte. Die eine dieser Beobachtungen machte Herr Dr. THEODOR PINTNER, als er eben mit der Post angelangte Larven aus der Verpackung nahm und in reines Brunnenwasser gab. Den anderen Fall beobachtete ich selbst. Diese Thiere waren schon mehrere Tage in einem Gefässe, ohne dass das Wasser erneuert worden wäre. Dasselbe war nun durch die ausgeworfenen Excremente wie auch infolge der Verwesung mehrerer todter Larven stark getrübt und verunreinigt und besass ausgesprochenen Fäulnissgeruch. Die lebenden Thiere aber hatten alle oder doch fast alle die Darmkiemen ausgestülpt. Wahrscheinlich tritt, wie aus diesen Beobachtungen geschlossen werden kann, die Kiemenathmung stets dann ein, wenn das Sauerstoffbedürfniss durch die Stigmenathmung allein nicht genügend befriedigt werden kann. Die Larven müssen hiebei auch vollkommen ungestört sein, bei der kleinsten Beunruhigung, bei der geringsten Bewegung des Wassers ziehen sie ihre Kiemen wieder ein. Eine Ausstülpung der Darmkiemen bei der Entleerung der Excremente, wie RÉAUMUR dies beobachtet hat, ist keinesfalls eine regelmässige Erscheinung.

Die ausgestülpten Kiemenschläuche zeigen stets rhythmische Bewegungen. Dadurch, dass mit den Darmkiemen auch ein kleines Stück des Enddarmes aus dem After heraustritt, erscheinen dieselben wie auf einem kurzen Stiele, wodurch sie an Spielraum für ihre Bewegungen gewinnen. Sie bilden um ihren Fixirungspunkt einen Trichter. Die regelmässigen Bewegungen der ausgestülpten Darmkiemen müssen wir uns zum besseren Verständniss zerlegt denken. Fürs erste schlagen die einzelnen Kiemenschläuche gegen einander zusammen, wodurch der Querschnitt des Trichters, den sie bilden, abwechselnd verkleinert und wieder vergrössert wird. Ausserdem aber schwingen gleichzeitig die Kiemenschläuche in ihrer Gesammtheit pendelartig nach vorne und hinten. Diese Bewegungen verursachen einen Wechsel des Wassers in der Umgebung der Kiemen.

Es ist interessant, dass FRITZ MÜLLER[1]) an den Larven von *Psychodiden*, einer Familie der orthoraphen Dipteren, in einem kleinen Aufsatze Darmkiemen beschreibt, welche viel Aehnlichkeit mit denen von *Eristalis* zu haben scheinen. Diese Psychodidenlarven sollen sich dieser Darmkiemen zur Athmung im Wasser bedienen, ausserhalb des Wassers aber durch „Luftröhrenkiemen" athmen. Nach der Beschreibung FRITZ MÜLLER's finden sich bei diesen Psychodidenlarven sechs Kiemenschläuche, die durch den After ausgestülpt werden und reich mit Tracheen versehen sind. Wir haben hier also einen Fall einer Convergenzerscheinung, da auch bei diesen Larven, wie bei der Rattenschwanzlarve neben einem offenen Tracheensysteme sich überdies noch Darmkiemen finden, welche die Stigmenathmung zeitweise zu ersetzen vermögen.

Ob die Darmkiemen zu den Rectaldrüsen in irgendwelcher Beziehung stehen, darüber könnte nur die Entwicklungsgeschichte, insbesondere die Puppenmetamorphose Aufschluss geben; ich hatte aber noch keine Gelegenheit, diesbezüglich Untersuchungen zu machen; doch spricht manches für eine solche Annahme.

Der Bau der Stigmen.

Der Typus des uns vorliegenden Tracheensystemes ist, wie ich schon früher erwähnte, ein metapneustischer. Es ist also nur das hintere Stigma offen, die sogenannten Stigmenhörner am Vorderende besitzen keine Stigmenöffnungen.

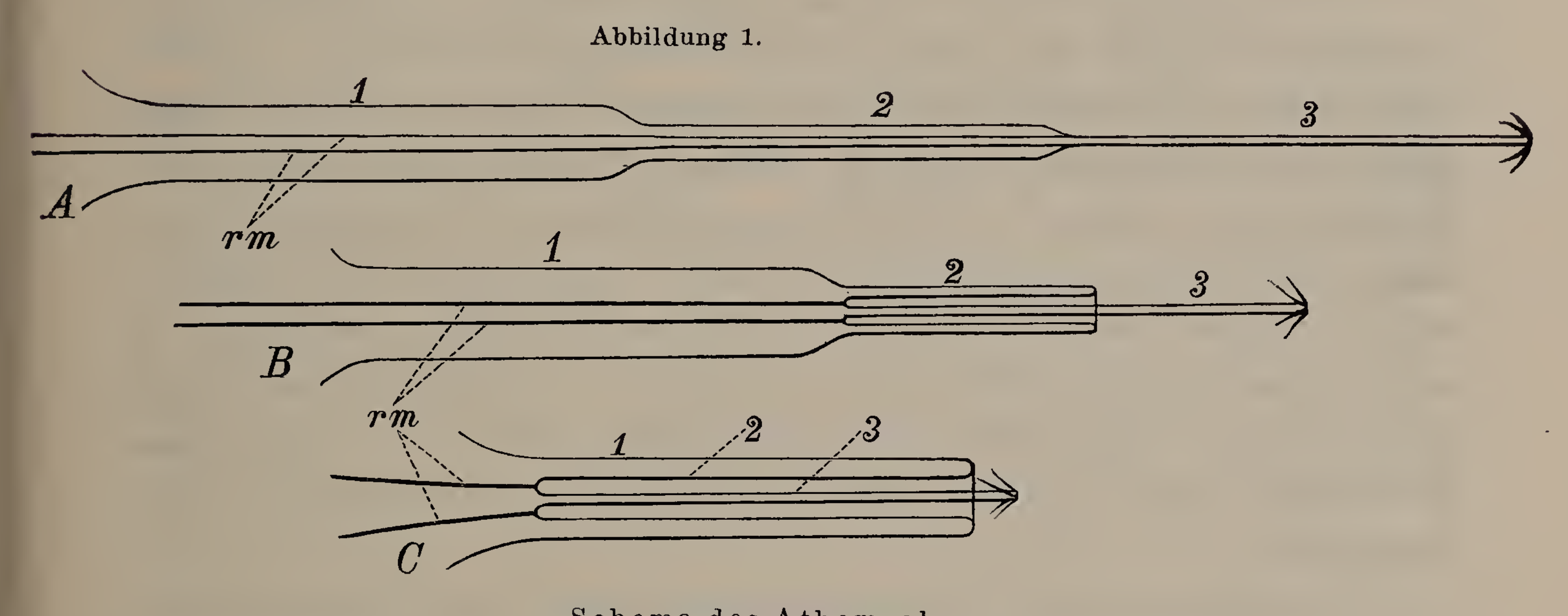
Die Athemröhre und das hintere Stigma. Die schwanzartige Athemröhre besteht aus drei Theilen, von denen der zweite und dritte in den ersten zurückgezogen werden können, wie dies in dem nebenstehenden Schema dargestellt ist. Durch alle drei Theile erstrecken sich die beiden mächtigen Stigmenäste des achten Abdominalsegmentes. Die Hypodermis der Athemröhre ist eine Fortsetzung der Hypodermis des Rumpfes und gleicht dieser völlig. Auch hier besitzt sie aussen eine Cuticula, die aber in den drei Theilen des Athemrohres verschieden ausgebildet ist. Im ersten Theile trägt sie Borsten, welche denen des Rumpfes in Form gleich, ziemlich lang, aber schwach sind. Die Cuticula zeigt überdies hier eine feine Querstreifung, von der wir am Rumpfe nichts bemerken. Dieser ganze erste Theil ist sehr runzelig. Er besitzt auch noch drei Paare seitlicher Höcker, je eines im ersten und zweiten Drittel

[1]) Lit.-Verz. 27.

und eines an seinem distalen Ende. Diese tragen je zwei lange Borstenhaare, welche von stachelartigen, kleinen, kurzen Borsten umgeben sind. Wir sehen einen solchen Höcker in Tafel V, Fig. 1 abgebildet. Es findet sich auch an jedem Rumpfsegmente ein solches Höckerpaar, worauf ich noch zu sprechen komme.

Der zweite Theil der Athemröhre lässt von Runzeln nichts erkennen. Auch ist hier die Cuticula nicht quergestreift, sondern bildet grössere Längswülste (Tafel V, Fig. 2), auf deren First nach vorn gekrümmte Hakenborsten sitzen. Der Uebergang von den feinen Borsten des ersten Abschnittes zu diesen Hakenborsten des zweiten Theiles ist ein allmählicher. Nach hinten werden die Hakenborsten immer kleiner. Diese beiden ersten Theile der Athemröhre besitzen eine Schichte von Ring- und Längsmuskeln, welche der Hypodermis dicht anliegen.

Abbildung 1.



Schema des Athemrohres.
A Vollkommen ausgestreckt: *B* halb eingestülpt; *C* ganz eingestülpt; *1, 2, 3* die drei Theile des Athmungstubus; *rm* die Retractionsmuskeln.

Im dritten Theile der Athemröhre fehlen Muskeln. Die Cuticula besitzt hier keine Borsten mehr, sie bildet Ringwülste *(rk*, Tafel V, Fig. 3), und zeigt im äussersten Endstück feine, unregelmässige Längsstreifen. Dieses Endstück finden wir auf Tafel V in Fig. 3 abgebildet. Die beiden Stigmenäste treten in dieses Endstück ein und verlieren bald ihren Spiralfaden. Fast unmittelbar darnach erweitert sich jeder Stigmenast zu einer Stigmenkammer *(stk)*, die hier aber nicht, wie bei vielen anderen Dipterenlarven und, wie wir sehen werden, auch im vorderen Stigma der Rattenschwanzlarve, von einem Chitinfilz erfüllt ist. Jede der Kammern mündet durch zwei seitliche Oeffnungen nach aussen, die von zwei starken, durch eine Chitinspange verbundenen Chitinringen umgeben sind, welche einen glatten Rand besitzen und die beiden Mündungen stets offen

halten. Die Abbildung Tafel V, Fig. 3, zeigt das Stigmenende etwas von der Seite, so dass von der einen Stigmenkammer beide Oeffnungen *(ap)*, von der andern aber keine zu sehen ist. Die Spitze der Athemröhre ist stark chitinisirt, wie überhaupt das ganze Endstück eine stärkere und gelbbraun pigmentirte Cuticula besitzt. Oberhalb der zwei Mündungen jeder Stigmenkammer finden sich je vier gefiederte Borsten, im ganzen also deren acht. Sie sind in kleinen Chitingruben beweglich eingelenkt, welche als Narben zurückbleiben, wenn die Borsten zufällig abbrechen, was insbesondere bei älteren Larven häufig vorkommt. Ein solcher Fall ist auch in unserer Zeichnung dargestellt. Kappt man das Stigmenende der Athemröhre ab und betrachtet es von der Endfläche (Tafel V, Fig. 5), so sieht man, dass die Stellung der Borsten und der Stigmenlöcher streng symmetrisch ist.

Wir haben also hier ein ungemein einfaches, lippenloses, unverästeltes Stigma mit zwei unverschliessbaren Oeffnungen und filzloser Kammer vor uns, wir finden keine Muskeln, die das Stigma öffnen oder schliessen könnten. Narben, die von der Häutung zurückgeblieben wären, sind nicht vorhanden. Es entspricht dieser Bau dem Typus, welchen Krancher[1]) bezeichnet, als „Stigma ohne Lippe, mit mehreren Einzelöffnungen, die in eine gemeinsame Trachee führen“. Damit fällt auch der Stigmentypus zusammen, den de Meijere[2]) als „offenes Stigma, Oeffnung mit glattem Rand, ohne Narbe“ charakterisirt“.

Es finden sich in der Athemröhre ausser den schon erwähnten Ring- und Längsmuskeln, welche der Hypodermis anliegen, noch sechs freiliegende Muskeln, die sich einerseits an der Hypodermis des achten Abdominalsegmentes, andererseits an der Uebergangsstelle des zweiten Theiles der Athemröhre in den dritten inseriren. Sie wirken als Retractionsmuskeln der Athemröhre. Zwei derselben *(rm)* sind in dem Schema markirt, welches ich oben im Texte gegeben habe.

Durch die Contraction dieser Muskeln wird der zweite Theil der Athemröhre nach innen umgestülpt und eingezogen, während der dritte Theil einfach zurückgezogen wird. Diese Muskeln, welche gestreckt ziemlich schmal erscheinen, werden bei der Zusammenziehung ziemlich breit. Die Ausstülpung der Athemröhre erfolgt mittels eines Druckes, der durch Contraction des Körpers erzeugt wird. Nur die zwei ersten Theile der Athemröhre sind noch mit be-

[1]) Lit.-Verz. 18, pag. 585, u. Lit.-Verz. 19, pag. 512.

[2]) Lit.-Verz. 24.

sonderen Tracheen versehen, welche, wie ich schon früher erwähnte, von einem Zweige der Fettkörpertrachee des letzten Abdominalsegmentes stammen.

Nahe der Insertionsstelle der Retractionsmuskeln im zweiten Drittel der Athemröhre liegen zwischen den Muskeln mehrere eigenthümliche Zellen, deren Länge etwa 0·17 Mm. und deren Breite etwa 0·07 Mm. beträgt. Wir sehen eine derselben in Tafel V, Fig. 5 abgebildet. Sie sind am deutlichsten zu beobachten, wenn man die Athemröhre eines lebenden Thieres abschneidet, in die Länge streckt und dann die äussere Cuticula und Hypodermis am Ende des zweiten Theiles mit Nadeln zerreisst. Dadurch werden die Muskeln, sowie auch diese Zellen freigelegt und können in physiologischer Kochsalzlösung untersucht werden. Letztere sind mit den benachbarten Tracheen nicht verwachsen, sondern liegen frei im Lumen des Schwanzes. Sie zeigen einen grossen hellen Kern *(zk)*, in dem oftmals zwei Kernkörperchen zu erkennen sind. Man beobachtet an ihnen häufig amöboide Bewegungen und Veränderungen der Gestalt. Sie sind bald mehr eiförmig, wie z. B. die in Taf. V, Fig. 5 abgebildete, bald mehr langgestreckt, spindelförmig. Im Innern dieser Zellen verläuft ein Canal, der mit einem unregelmässigen Anfangsstück *(dra)* beginnt, sich vielfach in der Zelle windet und schliesslich an einem Ende der Zelle heraustritt. nur von einer dünnen Protoplasmahülle umgeben. Dieser austretende Canal *(drc)* erstreckt sich in gerader Richtung bis zur Spitze der Athemröhre. In der Gegend der Stigmenkammern ist er häufig etwas erweitert. Die Mündungen dieser Canäle liegen zwischen den Stigmenöffnungen und den Borsten.

Diese Zellen, die sich auch an den vorderen Stigmen finden, sind zuerst von BATELLI[1]) beobachtet worden; eine Deutung derselben vermochte er nicht zu geben, doch erkannte er eine Aehnlichkeit mit Drüsenzellen, wie sie LEYDIG[2]) in der Haut der Insecten beschrieben hat. Den Verlauf des Canales jedoch hat er nicht gesehen.

M. H. VIALLANES[3]) hat diese Zellen einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Er wollte in ihnen einen e l a s t i s c h e n A p p a r a t erkennen, und glaubte, dieselben seien mit dem einen Ende an den grossen Stigmenästen, mit dem andern aber an der Wand der Athemröhre befestigt, was aber nicht richtig ist. Wenn die Larve nun das Athemrohr ausstrecke, so werde der im Zellinnern aufgerollte „Faden" abgerollt und wirke so dem Drucke

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 86 u. 105.

[2]) Lit.-Verz. 21.

[3]) Lit.-Verz. 36.

entgegen, durch den der Schwanz ausgestreckt wird. VIALLANES hielt den Canal für einen soliden Faden, der aus einer äusseren Hüllschicht und einer chemisch davon verschiedenen, inneren Axialschichte bestehe, welch letztere von Essigsäure und Pottasche verändert werde. Den Verlauf des austretenden Canales vermochte er nicht zu erkennen.

Diese irrthümliche Anschauung wurde schon von GAZAGNAIRE[1]) widerlegt. Er erkannte, wie BATELLI, die Drüsennatur dieser Zellen. Er nennt sie einzellige cutane Drüsen und glaubt, sie lieferten eine Art Gelenkschmiere für den Athemtubus. GAZAGNAIRE scheint diese Resultate nur auf Grund der VIALLANES'schen Zeichnungen und Beschreibung dieser Zellen gewonnen zu haben, ohne dass er sie selbst untersucht hätte. Er gibt daher auch nicht an, wo die Ausführungsgänge dieser einzelligen Drüsen enden. VIALLANES und GAZAGNAIRE wissen beide nur von dem Vorkommen dieser Zellen an dem Abdominalstigma, beziehungsweise im Athemtubus. BUCKTON[2]) bringt bezüglich dieser Zellen bloss Citate aus der Arbeit VIALLANES', ohne sich selbst eine Meinung darüber zu bilden.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass wir es hier mit einzelligen Drüsen zu thun haben, deren eines Ende zu einem langen, intracellulären Ausführungsgange entwickelt ist. Dass dieser letztere wirklich ein Canal ist und kein solider Faden (VIALLANES), davon konnte ich mich sicher überzeugen, indem ich einmal bei einer lebenden Zelle ein Luftbläschen in demselben sah. Der Inhalt dieses Drüsencanals ist blassgelblich und fettglänzend und dürfte wohl von fettiger Beschaffenheit sein. Aber auch der Deutung GAZAGNAIRE's vermag ich nicht beizustimmen. Die Mündung des Canales liegt am äussersten Ende des Schwanzes neben den Stigmenöffnungen, es könnte daher das Secret der Drüsen nur die Schwanzspitze einschmieren, die ganzen Theile des Tubus aber, die bei der Einstülpung sich aneinander reiben, würden doch der „Gelenkschmiere" entbehren. Das Secret dieser Drüsen kann also unmöglich diesem Zwecke dienen, es könnte ihn auch nicht erfüllen.

Diese Drüsenzellen haben also eine andere Bedeutung und es dürfte, wie ich glaube, ihre Function darin zu suchen sein, dass sie mit ihrem öligen Secret die Stigmen einschmieren

[1]) Lit.-Verz. 10.

[2]) Lit.-Verz. 3, pag. 65, 66.

und so verhindern, dass das Wasser an denselben hafte oder an den hinteren Stigmen in die Tracheen eintrete.

Betreffs der Drüsen der Abdominalstigmen hege ich aber die Vermuthung, dass sie noch einem zweiten Zwecke dienen; diese Function mag vielleicht sogar die hervorragendere sein. Auf diesen Gedanken hat mich insbesondere die folgende Beobachtung gebracht.

Wenn man todte Larven, die in einem Wassergefässe am Boden liegen, also schwerer als Wasser sind, herausfängt und mit einer Pincette am Athemtubus hält, dann langsam in das Wasser senkt, so sinken diese Larven nicht wieder zu Boden, sondern bleiben frei im Wasser hängen, wobei die Schwanzspitze an der Wasserfläche haftet. Sieht man genau zu, so kann man bemerken, dass die Oberfläche des Wassers an dieser Berührungsstelle eine kleine trichterförmige Vertiefung zeigt. Schüttelt man dann das Gefäss oder stösst man die Larven unter das Wasser, so fallen sie wieder auf den Boden, ein Zeichen, dass sie noch immer schwerer als das Wasser sind und nicht ohne besondere Hilfsmittel auf dem Wasser zu schwimmen vermögen. Ich glaube nicht fehl zu gehen, dass dieses freie Hängen der todten Larven an der Wasseroberfläche auf Grund desselben physikalischen Gesetzes zu erklären ist, wie das bekannte Experiment, dass man eine Stahlnadel auf dem Wasser schwimmen lassen kann. Es beruht dies auf der Oberflächenspannung des Wassers. Dieses letztere Experiment kann man sich aber noch dadurch erleichtern, dass man die Stahlnadel einfettet. Es wirkt dann noch ein zweites Moment mit, nämlich die geringe Adhäsion zwischen Wasser und Fett.

Bei den lebenden Larven kann man sehr oft beobachten, dass sie eine annähernd wagrechte Lage im Wasser einnehmen und gleichzeitig ihre Athemröhre bis zur Berührung mit der Wasseroberfläche verlängern, wobei sich wiederum eine kleine trichterförmige Vertiefung der letzteren an der Berührungsstelle des Schwanzes erkennen lässt. Der Rumpf der Larve macht dann oft kleinere Bewegungen, hebt oder senkt sich, oder es verkürzt die Larve ihre vorher gestreckte Athemröhre, und doch bleibt die Schwanzspitze immer unbeweglich an der Wasserfläche haften, der Rumpf aber wird entsprechend der Verkürzung der Athemröhre gehoben und der Oberfläche des Wassers genähert. Schüttelt man das Gefäss oder stosst man die Thiere unter das Wasser, so sinken diese sofort zu Boden. Wir haben also dieselben Phänomene, hier bei den lebenden, dort bei den todten Larven.

Ich glaube nun, dass die beschriebene Lage der lebenden wie der todten Thiere, bei der die Athemröhre mit ihrem distalen Ende die Wasseroberfläche berührt und das Thier vollkommen frei im Wasser schwebt, als ein rein mechanisches „Hängen" zu erklären ist, unabhängig von dem specifischen Gewichte der Thiere. Die um die Schwanzspitze radiär ausstrahlenden Borsten werden durch das Secret der beschriebenen Drüsenzellen eingefettet und tauchen infolge der Oberflächenspannung des Wassers und wegen der geringen Adhäsion zwischen dem Drüsensecrete und dem Wasser nicht unter, sondern schwimmen auf der Oberfläche, während der ganze Rumpf des Thieres an dieser schwimmenden Schwanzspitze frei im Wasser aufgehängt ist.

Man muss die Athemröhre als eine durch starkes Längenwachsthum ausgezeichnete Stigmenentwicklung betrachten. Batelli[1]) glaubte, dass der Schwanz drei Körpersegmenten entspreche, da sich auf ihm drei Paare von Höckern mit Borstenhaaren finden. wie ich sie oben beschrieben habe. Diese finden sich sonst in jedem Segmente des Rumpfes in einem Paar, und dadurch liess Batelli sich zu jener Hypothese verleiten. Eine solche Deutung des Athemtubus entspricht aber keinesfalls den thatsächlichen Verhältnissen; die Athemröhre ist nur als eine secundäre Verlängerung des achten Abdominalsegmentes zu betrachten. Ihre Hypodermis und ihre Muskeln werden von Tracheen dieses achten Segmentes versorgt und die beiden grossen Tracheenstämme, die an ihrem Ende münden, sind nichts anderes als die mächtig entwickelten Stigmenäste des achten Abdominalsegmentes, wie ich dies früher gezeigt habe. Bei der Verpuppung hängt sich die Larve meist mittels dieses schwanzartigen Anhanges auf, wie dies schon Löw[2]) beobachtet hat.

Die vorderen Stigmenhörner. Die beiden vorderen Stigmenhörner liegen in der Fortsetzung der beiden Tracheenhauptstämme. Morphologisch müssen wir diesen vordersten Theil der letzteren unterscheiden; denn wie die beiden grossen Tracheenstämme der Athemröhre, so ist auch diese vordere Fortsetzung als Stigmenast zu betrachten, der mittlere Theil der Tracheenhauptstämme aber, welcher zwischen den Einmündungsstellen des I. und VIII. äusseren Tracheenastes liegt, ist auf Längsanastomosen

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 86.

[2]) Lit.-Verz. 22.

der Stigmenäste zurückzuführen. Die grossen Tracheenstämme, welche von den vorderen Stigmenhörnern bis zur Spitze der schwanzartigen Athemröhre reichen, sind also morphologisch keine einheitliche Bildung, sondern bestehen aus drei morphologisch verschiedenen Abschnitten.

Man muss die beiden vorderen Stigmenhörner dem Prothorax zurechnen, da sie in nächster Nähe der oberen Imaginalscheiben dieses Segmentes liegen, aus denen die beiden Stigmenhörner der Puppe entstehen. Die vorderen Stigmen sind, obwohl geschlossen, in ihrem Bau doch offenen Stigmen ungemein ähnlich. Wir sehen auf Tafel V, Fig. 6 ein solches Vorderstigma abgebildet, wobei die das Stigma umgebende Hypodermiseinstülpung nur im Längsschnitte eingezeichnet ist. Auch diese Stigmen können wie die Hinterstigmen in den Körper eingezogen werden. Doch ist dieser Bewegung hier viel weniger Spielraum gegeben. Sie ist dadurch ermöglicht, dass auch am Vorderstigma die Hypodermis und ihre Cuticula eingestülpt *(est)* ist und sich dann wieder nach vorne umstülpt *(vst)*. Im eingestülpten Theile trägt die Cuticula auch noch einige Borsten. An der Spitze der Vorstülpung ist das Ende des Stigmenastes befestigt. Die Verwachsungsfläche der Chitinschichten der Trachee und der Haut besitzt annähernd die Form eines U, dessen einer Schenkel aber verkürzt ist. In der Abbildung ist diese U-förmige Endfläche dem Beobachter zugewendet. Das Chitin sowohl der Trachee als auch der vorgestülpten Hypodermis *(vst)* ist in der Umgebung dieser Verschmelzungsstelle sehr stark und braun pigmentirt. Der vorderste Theil des Stigmenastes ist als Filzkammer ausgebildet. Dieser Filz lässt sich schon an Totopräparaten erkennen, am deutlichsten ist er auf einem Querschnitte des Stigmas (Tafel V, Fig. 7, *fi)* sichtbar.

In dieser Abbildung sehen wir aussen die Hypodermiseinstülpung *(est)* getroffen, auf deren einen Seite auch noch Muskelquerschnitte zu erkennen sind, die oft Anschnitte der Muskelkerne zeigen. Nach innen folgt dann der Querschnitt der Hautvorstülpung *(vst)*, der die Hypodermis- und Cuticularschicht in umgekehrter Folge zeigt, und schliesslich liegt im Innern die Trachee, mit grossen deutlichen Matrixzellkernen und dicker Intima, welche mit den verzweigten, filzbildenden Chitinborsten versehen ist. Die Stigmenmuskeln inseriren an der Hypodermis der Hauteinstülpung. Zwei solche Muskeln habe ich auch eingezeichnet (Tafel V, Fig. 6, *mst*). Ihre Kerne liegen in der Mitte einreihig angeordnet. Mit der Einstülpung des hypodermalen Epithels sind die oberen

Prothorakalscheiben verwachsen. Dem Tracheenstamme benachbart finden sich auch hier wiederum die eigenthümlichen Drüsenzellen, welche ich am Abdominalstigma beschrieben habe. Sie sind hier sehr zahlreich vorhanden und liegen neben den Stigmenästen nahe den Anheftungsstellen der Imaginalscheiben an die Hypodermiseinstülpungen. Ihre Ausführungsgänge laufen nach vorne, doch vermochte ich sie nicht bis zu ihrer Mündung zu verfolgen, weil das Chitin in diesem Theile sehr dunkel pigmentirt ist. Diese Drüsenzellen sind auch auf Querschnitten sehr deutlich und lassen sich leicht an den Anschnittstellen des intracellulären Drüsencanales ob dessen starken Lichtbrechungsvermögens erkennen (Tafel IV, Fig. 5, *dr*). Wenn man ein solches Prothorakalstigma in Kalilauge kocht, so kann man auch die Stigmennarben leicht erkennen. Ich habe sie nach einem solchen Präparate eingezeichnet; es ist eine äussere *(an)* und eine innere Narbe *(in)* vorhanden. De Meijere[1]) führt das Vorderstigma der Rattenschwanzlarve als Beispiel für jenen Typus an, den er als „geschlossenes Stigma, mit unverzweigter Filzkammer" bezeichnet. Seine Abbildung desselben aber ist sehr schematisch.

Histologie der Tracheen.

Die Tracheen der Rattenschwanzlarve besitzen den typischen Bau. Sie haben die Schichte der ectodermalen Matrixzellen, die ein Plattenepithel mit grossen Kernen darstellen. Diese Matrix wird noch jetzt in der Literatur vielfach als Peritonealhaut bezeichnet, ein Name, der dadurch entstanden ist, dass man sie für ein Homologon des Peritoneums hielt. Diese Anschauung wurde aber durch die Arbeiten Bütschli's[2]) Kowalevsky's[3]) und Hatschek's[4]) widerlegt. Dieses Plattenepithel besitzt eine chitinöse Intima, welche durch einen Spiralfaden verstärkt ist, von dem die typische Querstreifung der Tracheen stammt. Die Intima ist im vordersten Theile der Tracheenhauptstämme bis zur Einmündung der vorderen Commissur in dieselben besonders stark entwickelt und schwach gelblich pigmentirt. Dieser Umstand ist für die Athmung der Puppe, wie wir sehen werden, sehr wichtig. Die Matrix der Spiraltracheenäste geht an den Enden dieser in je eine grosse Zelle über, in deren grossem Kerne ein Kernkörperchen liegt.

[1]) Lit.-Verz. 24.
[2]) Lit.-Verz. 4, pag. 536, 537, 547—550.
[3]) Lit.-Verz. 15, pag. 40, 50.
[4]) Lit.-Verz. 12, pag. 124—126.

Innerhalb dieser Zelle theilt sich das Lumen der Trachee in kleinere Capillaren, welche in den protoplasmatischen, sternartig ausstrahlenden Ausläufern der grossen Zelle liegen. Diese Capillaren besitzen zwar eine Intima, aber keinen Spiralfaden.

Diese Zellen wurden zuerst von MAX SCHULTZE[1]) gefunden und Tracheenendzellen benannt. Er glaubte aber, dass in ihnen das Lumen der Tracheen ende und die Ausläufer der Zellen solid seien. Dieser Irrthum wurde dann von WIELOWIEJSKI[2]) verbessert, welcher nachwies, dass in diesen spiralfadenlosen „Tracheencapillaren“, wie er sie nennt, normaler Weise Luft enthalten sei und nur in den Präparaten Flüssigkeiten sehr leicht eindringen. Dies ist vollkommen richtig, wiewohl EMERY[3]) das Gegentheil zu beweisen versuchte. Im Jahre 1890 erschienen zwei Arbeiten über die Histologie der Tracheen, eine von S. R. CAJAL[4]), die andere von WISTINGHAUSEN.[5]) Beide stellen dar, dass die aus den Tracheenendzellen entstehenden Capillaren ein Netzwerk bilden und nicht blind endigen, wie man dies früher behauptet hatte. C. v. WISTINGHAUSEN nennt diese durch Theilung der Capillaren entstehenden anastomosirenden Aeste das Tracheencapillarendnetz. Die Tracheencapillaren und das Capillarendnetz liegen in den von ihm untersuchten Sericterienzellen von Raupen zwischen der Membrana propria und dem Zellplasma, von diesem aber durch ein dünnes Häutchen geschieden. Ob das Capillarendnetz mit Luft gefüllt ist oder nicht, vermag er nicht zu entscheiden. Auch SADONES[6]) beschreibt bei Odonaten, dass die Tracheen nie blind enden, sondern Schlingen bilden und so ein geschlossenes System darstellen. Zu ähnlichen Resultaten kommt E. HOLMGREN[7]), nur glaubt er an dem Tracheencapillarendnetz in der Matrixschicht noch besondere kleine Kerne zu sehen und nennt daher die grossen Tracheenendzellen SCHULTZE's „Tracheenübergangszellen“.

Die Tracheenendzellen sind sehr leicht zu finden, ihre Kerne färben sich mit Boraxcarmin oder Delafield'schem Hämatoxylin sehr deutlich und lassen auch ein Kernkörperchen erkennen.

[1]) Lit.-Verz. 33, pag. 131.
[2]) Lit.-Verz. 38, pag. 382.
[3]) Lit.-Verz. 8, pag. 342.
[4]) Lit.-Verz. 5.
[5]) Lit.-Verz. 39.
[6]) Lit.-Verz, 31.
[7]) Lit.-Verz. 13.

Die Matrix der Tracheencapillaren und des Endnetzes ist schwerer sichtbar zu machen, doch hat Holmgren als geeignete Methode eine Vitalfärbung mit Methylenblau gefunden, die ziemlich sicher gelingt. Seiner Deutung aber muss ich widersprechen. Es sind an den Capillaren und im Endnetz zwar oftmals Plasmakörnchen gefärbt, es sind dies aber gewiss nicht Zellkerne. Holmgren sagt, dass letztere sich besonders in den Theilungswinkeln des Endnetzes finden, und gerade hier habe ich solche gefärbte Plasmakörnchen am deutlichsten und häufigsten gesehen, da sich hier, wie schon Wistinghausen beschrieben hat, die Matrix schwimmhautartig zwischen den sich theilenden Capillaren ausspannt. Holmgren glaubt auch durch die Golgi-Methode einen Unterschied zwischen den Tracheencapillaren als Ausläufern der „Tracheenübergangszellen" und dem Capillarendnetz als Bildung eigener Matrixzellen darthun zu können, indem bei dieser Silberimprägnation an den ersteren noch ein Lumen zu erkennen ist, hingegen die letzteren sich ganz schwarz färben. Dies ist aber kein Beweis für eine histologische Verschiedenheit, sondern nur die Folge des Umstandes, dass die Capillaren im Endnetz ein kleineres Lumen haben als dort, wo sie aus den Tracheenendzellen heraustreten. Auch C. v. Wistinghausen spricht von den Capillaren und dem Endnetz als von zwei verschiedenen Bildungen, obwohl er selbst betont, dass beide histologisch ganz gleich beschaffen sind, dass die „Peritonealhaut" der Capillaren direct in das Endnetz übergeht, dass bei beiden an den Bifurcationsstellen die „Peritonealhaut" sich schwimmhautartig ausbreite, dass beide eine chitinisirte Intima besitzen und gegen Flüssigkeiten sich sehr durchlässig zeigen, und dass beide unter der Membrana propria der Drüsenzellen liegen, von deren Plasma aber durch ein dünnes Häutchen getrennt bleiben. C. v. Wistinghausen aber hat niemals Luft in diesem Capillarendnetz gesehen, dasselbe war stets mit Flüssigkeit gefüllt, und so musste er es unentschieden lassen, ob im lebenden Thiere Luft oder eine Flüssigkeit das Endnetz erfülle. Auch Holmgren vermochte diese Frage nicht zu entscheiden.

Die Organe der Larve von *Eristalis* sind bei Untersuchung in Kochsalzlösung ungemein durchsichtig, doch konnte man die Tracheencapillaren nur soweit verfolgen, als sie mit Luft erfüllt waren. Weder bei dieser Methode, noch auch bei Methylenblaupräparaten konnte ich Anastomosen, beziehungsweise Netzbildung mit Sicherheit beobachten. Dagegen gelang es mir mit Leimglycerin ein sehr gutes Resultat zu erzielen. Dieses wurde warm auf die

eben einem lebenden Thiere entnommenen Gewebe aufgegossen und das Object auf einige Minuten in einen Thermostaten von 56° C. gegeben und dann mit starker Vergrösserung (Oc. III, Obj. 8*a* Reichert) untersucht. Zwar waren auch hier die Tracheencapillaren nur dann mit Sicherheit zu erkennen, wenn sie noch mit Luft gefüllt waren. Ich habe aber an mehreren Stellen einzelne feine lufthältige Capillaren beobachtet, welche Anastomosen zweier grösserer Capillaren darstellten, und so ist also der Nachweis geliefert, dass auch hier die Tracheencapillaren nicht blind enden, sondern anastomosirend ein Endnetz bilden, und dieses Endnetz gerade so wie die grösseren Capillaren im lebenden Thiere mit Luft gefüllt ist. Es gleichen sich also auch in diesem Punkte Endnetz und Capillaren vollständig. In todten Thieren wird die Luft sehr leicht und rasch durch Flüssigkeiten verdrängt, weshalb man die feinsten Capillaren so selten lufterfüllt beobachtet. Es hat sich auch gezeigt, dass bei der Larve von *Eristalis* die grösseren Capillaren sich sehr reich in noch feinere theilen, die wiederholt einander kreuzen, ehe sie wieder in grössere zurücklaufen. Durch solche sich kreuzende Capillaren kann sehr leicht der Schein von Anastomosen erweckt werden; die Untersuchung ist dadurch sehr erschwert

Nach meiner Anschauung muss man sich also das Tracheensystem der Insecten aufgebaut denken aus den Spiraltracheen, mit Plattenepithel, Intima und Spiralfaden, und aus den Tracheencapillaren, welche als intracelluläre Canäle in den protoplasmatischen Ausläufern der Tracheenendzellen anzusehen sind; Spiraltracheen und Tracheencapillaren bestehen aus Matrix und chitinöser Intima. Die Capillaren verzweigen sich ungemein reich, anastomosiren miteinander und bilden dadurch das sogenannte Capillarendnetz. Zwischen diesem und den Capillaren selbst ist aber kein wesentlicher anatomischer oder histologischer Unterschied vorhanden.

Die Spiraltracheen sind sehr elastisch und dienen als Leitungswege der Luft, die eigentliche Athmung aber findet in den Capillaren statt.

Die Regenerations- und Renovationsherde des Tracheenepithels.

Wenn man eine ausgewachsene Larve untersucht, so kann man Veränderungen in der Matrix der Tracheen beobachten, welche die Metamorphose der Athmungsorgane einleiten. Da die diesbezüglichen

Erscheinungen mit jenen bei anderen Syrphiden und bei Musciden und Anthomyiden übereinstimmen, habe ich die Literatur dieser zum Vergleiche herangezogen, wie dies auch bei der Untersuchung der Imaginalscheiben nothwendig sein wird.

Weismann[1]) hat 1864 seine grundlegenden Untersuchungen über die Metamorphose der Musciden veröffentlicht; ihm folgte 1876 Ganin[2]), der *Anthomyia* behandelt, 1882 Viallanes[3]) und schliesslich 1887 Kowalevsky[4]) und van Rees.[5]) Die letzteren drei Autoren haben Musciden untersucht. Ausserdem hat auch Lowne[6]) in seiner Monographie von *Calliphora erythrocephala* über die Metamorphose dieser Fliege geschrieben. Die Metamorphose einer der *Eristalis* nahe verwandten Syrphide, *Volucella*, ist Gegenstand der Untersuchungen Künckel's d'Herkulais.[7])

Nach Weismann[8]) geht nur ein kleiner Theil der Tracheen der Larve in die Puppe über, und zwar durch Lostrennung der Matrix von der Intima und Bildung einer neuen Intima während der ersten Puppenzeit. Der grösste Theil der Tracheen aber geht zugrunde und es werden neue dafür gebildet durch Anhäufung von Matrixzellen an gewissen Stellen, in welchen dann eine Intima und ein Lumen allmählich zur Ausbildung kommt. Erhalten bleibt nur der vorderste Theil der Hauptstämme, die vordere Commissur und einige Nebenäste.

Künckel[9]) sah, dass an gewissen Stellen des Tracheensystems, insbesondere nahe den Imaginalscheiben sich die Zellen der Matrix lebhaft theilen und „birnförmige" Verdickungen der Tracheen bilden (agglomérations pyriformes), wodurch die Metamorphose eingeleitet wird. Nach Ganin[10]) werden die Stigmen der Imago durch Einstülpungen des Ectoderms neu gebildet.

Viallanes[11]) beschreibt, dass die Tracheenmatrixkerne sich stark vergrössern, dann allmählich aus dem Protoplasma austreten

[1]) Lit.-Verz. 37.

[2]) Lit.-Verz. 9. Ich kenne diese Arbeit nur aus den Referaten Hoyer's und den Citaten Viallanes'.

[3]) Lit.-Verz. 35.

[4]) Lit.-Verz. 16 und 17.

[5]) Lit.-Verz. 30.

[6]) Lit.-Verz. 23.

[7]) Lit.-Verz. 20.

[8]) Lit.-Verz. 37, pag. 169—171.

[9]) Lit.-Verz. 20, pag. 147.

[10]) Lit.-Verz. 9.

[11]) Lit.-Verz. 35, pag. 179—186.

und in die Leibeshöhle fallen, während sich unterdessen gleichzeitig neue, kleinere, „*embryonale*“ Kerne gebildet haben, die sich lebhaft theilen. An gewissen Stellen treten diese embryonalen Kerne in besonderer Menge auf und bilden dadurch diese „birnförmigen“ Verdickungen, welche Künckel beschrieben hat. Die Embryonalkerne, beziehungsweise Embryonalzellen sollen nach Viallanes durch simultane Bildungen im Plasma der alten Zellen entstehen. Die Arbeiten Kowalevsky's beschäftigen sich nicht mit dem Tracheensystem.

J. van Rees[1]) hat sehr genaue Beobachtungen über dasselbe gemacht. Nach seinen Angaben wird ein Theil der Tracheen regenerirt durch lebhafte Kerntheilung in den Matrixzellen. Diese Regeneration geht von den sieben Stigmenästen aus, welche mit einer Anschwellung an der Hypodermis enden. Regenerationsherde findet man nach van Rees an den thorakalen Längsstämmen und dort, wo die Seitenäste davon abgehen. Lowne[2]) erwähnt, dass einige Tracheen, die in Zusammenhang mit den Imaginalscheiben stehen, aus kleinen „embryonalen“ Zellen gebildet sind.

Ueber diese Veränderung des Tracheenepithels vermag ich in histologischer Beziehung nichts wesentlich Neues zu bringen. Bei älteren Larven können wir die histologische Verwandlung der Tracheenmatrix sehr schön sehen. Die Kerne des Epithels der degenerirenden Tracheen sind gross und rund, jene der Matrixzellen der auch in der Puppe und Imago persistirenden Tracheenäste klein, spindelförmig und eng aneinander gedrängt. An manchen Stellen häufen sie sich in grosser Zahl an, wodurch die Matrix mehrschichtig wird. Dies sind die sogenannten „birnförmigen“ Verdickungen Künckel's. Vielleicht geht von diesen eine Vergrösserung oder Neubildung der Tracheen aus; es ist dies noch nicht genau untersucht worden. Wir wollen diese Stellen als Imaginalscheiben der Tracheen bezeichnen. In Tafel IV, Fig. 3 sehen wir eine Abbildung dieser verschiedenen Tracheenmatrixepithelien und ihrer Imaginalscheiben. Das Bild ist nach einem Präparate gezeichnet, welches mit Delafield's Hämatoxylin gefärbt war.

Nur diese Imaginalscheiben der Tracheen sind wirkliche Regenerationsherde: alle übrigen Tracheen, welche persistiren, erfahren nur eine Art „Verjüngung“ oder „Renovation“, indem ihr Epithel in einen em-

[1]) Lit.-Verz. 30, pag. 85.

[2]) Lit.-Verz. 23, pag. 84, 85 und 306.

bryonalen Zustand übergeht[1]); von Regeneration kann man bei ihnen eigentlich nicht sprechen. Solche persistirende Tracheen mit embryonalem Epithel finden sich bei der Larve von *Eristalis* in grosser Ausdehnung und es seien dieselben im Folgenden aufgeführt: Vor allem ist es ein Theil der beiden Tracheenhauptstämme, nämlich derjenige, welcher zwischen der Einmündungsstelle der Cerebropharyngealtrachee und der Einmündung des äusseren Astes II liegt, beziehungsweise noch ein Stück über letzteren hinaus; ferner die vordere Tracheencommissur, die Cerebropharyngealtrachee und die sämmtlichen segmentalen inneren Aeste mit ihren Nebenzweigen; ferner die acht Stigmenastanlagen, die Hautmuskeltracheen des I.—IX. äusseren Astes und der sie verbindende seitliche Längsstamm, die drei thorakalen Tracheenpaare der Bauchganglienkette und die Tracheen der unteren Imaginalscheiben. Um dies besser zu veranschaulichen, habe ich in Tafel IV, Fig. 1 die Tracheen mit embryonalem Epithel punktirt, die degenerirenden aber nur mit einfachem Contour eingezeichnet. Alle Tracheen, welche persistiren, hängen miteinander zusammen. Es findet sich nirgends eine isolirte Trachee, welche selbst zwar persistirt, aber mit den andern nur durch degenerirende Tracheenäste verbunden ist. In den Verlauf dieser persistenten Tracheen sind die Tracheenimaginalscheiben in grosser Zahl eingeschaltet. Sie haben häufig die typische „Birnen"form, oft sind sie aber auch anders gestaltet. Ich habe diese Imaginalscheiben nur am Vorderende der Larve eingezeichnet, und zwar in Fig. 1, Taf. IV. Die an einigen dorsalen, auf dieser Abbildung nicht sichtbaren Aesten gelegenen Scheiben sind in Fig. 2, Tafel II, auf der rechten Seite angedeutet. Wir finden Tracheenimaginalscheiben an der Einmündungsstelle der vorderen Commissur in die Tracheenhauptstämme (Tafel II, Fig 2, *T*), ein Paar in der Mitte dieser Commissur und dann an den Wurzeln der von ihr entspringenden Tracheenäste (*W*). Ferner sehen wir sie an den Wurzeln der segmentalen inneren Aeste, sowie an den Stellen, wo die Zweige *a* und *b* abgehen. Wir sehen sie an den segmentalen äusseren Aesten dort, wo die Stigmenäste sich ansetzen, an den seitlichen Längsstämmen unmittelbar vor den Aesten *h* des ersten bis siebenten Abdominalsegmentes, an den Anastomosen der drei thorakalen Tracheen der Bauchganglienkette und schliesslich noch an den Wurzeln der Tracheen *w* und *y* des I. äusseren Astes, die aber in ihrem weiteren Verlaufe nicht erhalten bleiben, sondern degeneriren (Tafel IV, Fig. 1).

---

[1]) Vielleicht ist damit auch eine Veränderung der Form der Trachee verbunden.

Alle übrigen Tracheen zeigen die zur Degeneration bestimmte Matrix, mit grossen, runden Kernen. Hieher gehören insbesondere der grösste Theil der beiden Tracheenhauptstämme, alle Tracheen des achten Abdominalsegmentes, einschliesslich der mächtigen Stigmenäste der Athemröhre und endlich die Tracheen des Darmes und des Fettkörpers.

Die Stigmenäste. Die Anlagen der Stigmenäste besitzen eine Matrix, die aus gleichen embryonalen Zellen besteht wie die persistirenden Tracheenäste. Aus solchen embryonalen Zellen besteht auch die tellerförmige Scheibe, mittels welcher die Stigmenäste an der Hypodermis enden. Es geht dort die Tracheenmatrix in die Hypodermis über und gleicher Weise die Intima des Stigmenastes in die Cuticula der Haut. Diese Intima besitzt kein Lumen, sondern stellt einen soliden Strang dar, welcher als ein geschlängelter, solider Faden innerhalb der Matrixschicht zu erkennen ist. Ein solcher Stigmenast ist in Tafel IV, Fig. 3 abgebildet. Ich habe acht solche Stigmenastanlagen gefunden, während VAN REES[1]) nur sieben erwähnt und bezüglich ihres Baues beschreibt. Eine Abbildung derselben hat er nicht gegeben. WEISMANN[2]) dagegen leitete die während des Puppenstadiums neu entstehenden Stigmenäste von bereits in der Larve vorhandenen, zur Haut verlaufenden Tracheen ab, GANIN hinwiederum lässt sie durch Einstülpungen des Ectoderms sich neu entwickeln.

Alle Tracheen, welche persistiren, besitzen eine Matrix, welche von embryonalen Zellen gebildet wird, und stehen miteinander in unmittelbarer Verbindung, wie ich schon früher erwähnt habe. Diese Verbindung wird durch die seitlichen Längsstämme hergestellt. Merkwürdigerweise aber stehen die oberen Imaginalscheiben des Prothorax, welche die Stigmenhörner der Puppe präformiren, mit diesen persistirenden Tracheen nur in mittelbarem Zusammenhang. Letzterer wird durch den vordersten Theil der beiden Tracheenhauptstämme hergestellt. Dieser vordere Abschnitt, welcher zum Theil morphologisch als Stigmenast zu betrachten ist, besitzt grosse rundliche Kerne und nicht kleine Embryonalzellkerne, und erst von der Einmündungsstelle der Cerebropharyngealtrachee an finden wir das embryonale Epithel mit kleinen, aber zahlreichen, spindelförmigen Kernen. Es war nun die Möglichkeit vorhanden, dass sich die Matrix in diesem vordersten Theile erst während der ersten Tage des Puppenstadiums verjünge. Ich konnte mich aber an Puppen von ein bis zwei Tagen

[1]) Lit.-Verz. 30, pag. 84.
[2]) Lit.-Verz. 37, pag. 118.

überzeugen, dass auch dann keine solche Veränderung eintritt. Daraus müssen wir den Schluss ziehen, dass die Matrix dieses vordersten Theiles der Tracheenhauptstämme von den Phagocyten während der Puppenzeit zerstört werde. Ich habe deshalb eine Puppe von zehn Tagen untersucht und hiebei wirklich keine Matrix mehr gefunden, da sie offenbar schon ganz der Histolyse anheimgefallen war. Die Intima aber mit dem Spiralfaden war noch vorhanden. Da ist nun wohl ein Umstand von besonderer Wichtigkeit, auf den ich schon früher hingewiesen habe. Die beiden Tracheenhauptstämme besitzen in ihrem Vorderende bis zur Einmündungsstelle der vorderen Tracheencommissur eine besonders starke Intima. Das embryonale Epithel dieser Tracheenstämme reicht nach vorne bis zur Wurzel der Cerebropharyngealtrachee, welche vor der Einmündung der vorderen Tracheencommissur liegt; es greift also noch auf den stark chitinisirten Theil der Tracheenhauptstämme ein wenig hinauf und ist gerade an dieser Stelle bei jungen Puppen ziemlich entwickelt. Während der ersten drei Tage des Puppenlebens bilden sich die oberen Prothorakalscheiben zu den Stigmenhörnern aus, die an einer schon bei der reifen Larve an dunkler Pigmentirung kenntlichen Stelle der larvalen Cuticula, beziehungsweise Tonne zum Durchbruch kommen. Die Matrixschicht des Tracheenstammes, der diese Stigmen mit den persistirenden Tracheen verbindet, geht zu Grunde und nur die dicke Intima mit ihrem Spiralfaden bleibt während der Puppenzeit noch erhalten und bildet ein zellenloses, nur chitinöses Luftleitungsrohr zwischen dem Stigma und dem persistirenden Theile der Tracheen. Wenn die Imago auskriecht, bleibt dieses dicke Chitinrohr an den abgeworfenen Stigmenhörnern, wie schon Weismann[1]) beschrieben hat. Er sagt: „Bei dem Acte des Ausschlüpfens ziehen sich diese Stämme (id est die Tracheenhauptstämme) mit ihren Aesten aus dem Körper der Fliege heraus.“ Nach seiner Ansicht werden gleichzeitig alle Tracheen, welche erhalten bleiben, gehäutet.

Die Imaginalscheiben des Thorax.

Die Anlagen des imaginalen Thorax finden sich als sogenannte Imaginalscheiben in der Zahl von sechs Paaren. Sie sind schon früh beobachtet worden. Dufour[2]) beschreibt sie bei *Musca* als

---

[1]) Lit.-Verz. 37, pag. 218.

[2]) Lit.-Verz. 7, pag. 7.

Corps ganglionoïdes, SCHEIBER[1]) bei Oestriden als Tracheenganglien, WEISMANN[2]) erst hat ihre Bedeutung erkannt und ihnen den Namen „Imaginalscheiben" gegeben. Er unterschied sie nach den Segmenten und ihrer dorsalen oder ventralen Lage als prothorakale, meso- und metathorakale, obere und untere Scheiben. Bezüglich ihrer Entstehung aber verfiel WEISMANN in einen Irrthum. Er sah, dass die Imaginalscheiben stets mit Tracheen oder Nerven zusammenhängen und erklärte sie daher als Wucherungen der Tracheenmatrix oder des Neurilemms. Schon KÜNCKEL D'HERCULAIS[3]) erkannte bei der Larve von *Volucella,* dass die Imaginalscheiben als säckchenartige Einstülpungen der Larvenhaut entstehen und erst allmählich in die Tiefe rücken, wobei sie aber den Zusammenhang mit der Hypodermis nicht verlieren, sondern durch einen Stiel damit verbunden bleiben. GANIN[4]) gibt für *Anthomyia* wieder dieselbe Entstehungsweise an, wie WEISMANN für *Musca.* VIALLANES[5]) berücksichtigt die Entstehungsweise der Imaginalscheiben nicht. Er bespricht nur ihre Structur bei der ausgewachsenen Larve und der Puppe. Er erwähnt auch bei Beschreibung der Flügelscheiben, dass dieselben durch „Mesoderm"-Zellen mit Tracheen verbunden sind. KOWALEVSKY[6]) sagt über die Imaginalscheiben nur die folgenden, wenigen Worte: „Der Entstehung der Imaginalscheiben widmete ich auch meine Aufmerksamkeit, konnte aber die Sache nicht ganz aufklären. Ich gelangte indes zu dem Resultate, dass dieselben nicht aus der Zellwand der Tracheen entstehen, sondern dass die schon gebildeten jungen Imaginalscheibchen mit den Tracheen und Nerven verschmelzen.

Ungemein eingehend befasst sich VAN REES[7]) mit diesem Thema auf Grund von Untersuchungen an Serienschnitten. Er erkannte bei allen unteren Imaginalscheiben und bei den Flügelscheiben deutliche Stiele, welche bis an die Hypodermis zu verfolgen sind. Die beiden vorderen Paare von Beinscheiben sind, wie er sagt, der Hypodermis sehr nahe gelagert, hingegen sind die Scheiben des dritten Beinpaares und die der Flügel und Schwinger

---

[1]) Lit.-Verz. 32.
[2]) Lit.-Verz. 37, pag. 135—161.
[3]) Lit.-Verz. 20, pag. 147—148.
[4]) Lit.-Verz. 9.
[5]) Lit.-Verz. 35, pag. 199—214.
[6]) Lit.-Verz. 16, pag. 54.
[7]) Lit.-Verz. 30, pag. 21—41.

weit in die Tiefe gerückt. Diese tiefe Lage, insbesondere aber der Umstand, dass van Rees die Stiele der Schwingerscheibe nicht bis an die Hypodermis verfolgen konnte, sondern sie an der Matrix einer Trachee scheinbar enden sah, veranlassen ihn, für die Imaginalscheiben verschiedene Entstehungsweise anzunehmen.

Van Rees[1]) sagt: „Es scheint mir, dass das zuletzt Erwähnte (nämlich die Endigung des Schwingerscheibenstieles an der Tracheenmatrix) in hohem Grade die von Weismann angenommene Entstehungsweise der Flügel- und Schwingerscheibe aus dem trachealen Epithel unterstützt; für die drei oberen Imaginalscheiben wäre demnach diese Entstehungsweise eine einheitliche. Für die unteren Scheiben hingegen möchte ich einen anderen Bildungsmodus vermuthen, wenigstens was die beiden vorderen Paare betrifft; das dritte Paar nimmt durch seine tiefe Lage eine eigene Stellung ein. . . . Bei den vorderen Beinpaaren halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass die Scheiben sammt ihren Verbindungsstielen mit der Hypodermis ectodermale Bildungen sind, deren Anlage sich an der Stelle entwickelt hat, wo der embryonale Hautnerv die Hypodermis berührt (wie bei Corethra), die aber dann in der Richtung des Nervenverlaufes in die Tiefe rücken."

Lowne[2]) nimmt für *Calliphora* ohne nähere Begründung ectodermalen Ursprung der Imaginalscheiben an. Nach ihm hängen die unteren Imaginalscheiben des Pro- und Mesothorax mit Nerven zusammen, alle übrigen mit Tracheen.

Betrachten wir uns nun die Imaginalscheiben der Larve von *Eristalis*. Ich verwandte zu diesen Untersuchungen Thiere, die ich durch Injection mit 95%igem Alkohol oder Sublimatalkohol conservirt hatte. Ich habe dieselben dorsal aufgeschnitten, den Darmcanal und den Fettkörper möglichst sorgfältig wegpräparirt und dann die zurückgebliebene Hypodermis mit den anhängenden Imaginalscheiben und Tracheen in Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt. Nach solchen Präparaten sind die Abbildungen Tafel IV, Fig. 1 und 2 angefertigt. Ausserdem habe ich Serienschnitte verwendet.

Die oberen Prothorakalscheiben sind bestimmt, den dorsalen Theil der Hypodermis dieses Segmentes zu bilden mit

[1]) Lit.-Verz. 30, pag. 30.

[2]) Lit.-Verz. 23, pag. 75.

dessen Anhang, den Puppenstigmen. Sie hängen nicht an der Matrix der Tracheenhauptstämme, wie man bei oberflächlicher Betrachtung leicht glauben könnte, sondern direct und ohne Stiele an der Hypodermis der Haut, und zwar an dem Theile derselben, der rings um das Vorderende der Tracheenhauptstämme eingestülpt ist und es scheidenartig umhüllt, wie dies auch auf Querschnitten deutlich zu sehen ist. In Tafel IV, Fig. 5 ist ein Durchschnitt der Basis dieser Imaginalscheiben dargestellt. Links ist noch die Hauteinstülpung *(est, vst)* getroffen, rechts aber die Scheibenbasis *(pm, ex)*. Man sieht, wie erstere in die letztere übergeht. In der Mitte liegt vollkommen frei der Durchschnitt des Tracheenstammes *(td)*. Von einem Zusammenhang der Tracheenmatrix und der Imaginalscheibe ist auf keinem Querschnitte auch nur das Geringste zu bemerken. Diese Imaginalscheiben können also nicht aus der Tracheenmatrix sich entwickelt haben.

Die oberen mesothorakalen Scheiben *(oms)* werden auch als Flügelscheiben bezeichnet, weil sie ausser der dorsalen Hypodermis auch noch die Flügel zu bilden haben. Sie sind unter allen Imaginalscheiben weitaus am mächtigsten entfaltet. Ich will hier gleich vorausschicken, dass sie in der Abbildung (Tafel IV, Fig. 1) nicht ganz richtig eingezeichnet sind. Sie sind in Wirklichkeit an den äusseren Tracheenast II in eben derselben Weise angelagert wie die metathorakalen Scheiben (*omt*) an den Ast III. Sie erscheinen also in meiner Abbildung ein wenig seitlich verschoben, um die Tracheen und Nerven besser hervortreten zu lassen. Die oberen Imaginalscheiben des Mesothorax sind durch einen Stiel mit der Hypodermis verbunden, der nach vorne und aussen gerichtet ist, aber ausserdem noch an den metathorakalen äusseren Tracheenästen II befestigt. Es sieht auf Totopräparaten ganz so aus, als ob diese Trachee die Imaginalscheibe durchbohre. Dass dies aber nicht der Fall ist, kann man auf Querschnitten leicht und deutlich erkennen. Man sieht hier (Tafel IV, Fig. 4), dass der Zusammenhang nur durch spindelförmige Mesenchymzellen *(mes)* hergestellt ist, welche mit ihren Enden die Flügelscheibe an die Trachee anheften. Die Tracheenmatrix ist aber mit dem Exoderm der Scheibe nicht direct verbunden. sondern nur mittelbar durch diese Mesenchymzellen. Es können also auch diese Flügelscheiben nicht aus der Tracheenmatrix entstanden sein.

Ganz dieselben Verhältnisse wie im Mesothorax finden wir auch im Metathorax an der Schwingerscheibe *(omt)*. Während

van Rees[1]) bei diesen an *Musca* den Stiel nicht bis zur Hypodermis verfolgen konnte, gelang es mir bei *Eristalis* auch hier leicht diese Verbindung zu erkennen. Der Stiel ist wie im Mesothorax nach vorne und aussen gerichtet, sein Uebergang in die Hypodermis ist vollkommen deutlich zu erkennen. In der Abbildung (Tafel IV, Fig. 1) ist aber diese Insertionsstelle von der Flügelscheibe *(oms)* überdeckt. Diese Imaginalscheiben sind aber auch durch Mesenchymzellen an eine Trachee befestigt, nämlich an den III. äusseren Ast, der dem ersten Abdominalsegment angehört. Im Querschnitt zeigen sie ganz dieselben Bilder wie die Flügelscheiben, weshalb ich keinen abgebildet habe.

Im Meso- und Metathorax finden wir also die oberen Imaginalscheiben durch ihre Mesenchymzellen an den äusseren Tracheenästen des betreffenden nachfolgenden Segmentes (Thor. 3 und Abd. 1) befestigt; aber alle drei Paare oberer Imaginalscheiben stehen entweder direct (Prothorax) oder durch Stiele (Mesothorax und Metathorax) mit der Hypodermis in Verbindung, von der aus wir sie durch Einstülpung entstanden denken müssen.

Die unteren Imaginalscheiben zeigen etwas andere Verhältnisse. Aus ihnen entstehen während der Metamorphose der ventrale Theil der Hypodermis und die drei thorakalen Beinpaare. Die unteren Prothorakalscheiben von *Eristalis* besitzen wie die von *Musca* einen gemeinsamen, unpaaren, breiten Stiel *(st)*, der an der ventralen Medianlinie der Hypodermis inserirt. Dieser unpaare Stiel war schon von Weismann[2]) gesehen, aber nicht genügend beachtet worden. Die unteren Prothorakalscheiben habe ich auf einer eigenen Abbildung dargestellt (Tafel IV, Fig. 2), aber in etwas jüngerem Stadium als die von Fig. 1, wo ich sie nur durch Contouren angedeutet habe, da sie die mesothorakalen Scheiben wie auch mehrere Tracheen verdecken würden. Die unteren Mesothorakalscheiben *(ums)* besitzen paarige Stiele *(st)*, die getrennt an der Hypodermis inseriren. Sie sind wie jener des Prothorax gerade nach vorne gerichtet. Auch die unteren Scheiben des Metathorax lassen deutlich Stiele erkennen, die aber nicht nach vorne, sondern median und ventral gerichtet sind. Alle diese drei unteren Scheibenpaare werden mit Tracheen versorgt; in jedem der drei Brustsegmente findet sich ein kleiner Tracheenzweig *(f*, Tafel IV,

[1]) Lit.-Verz. 30, pag. 30.
[2]) Lit.-Verz. 37, pag. 139.

Fig. 1), dessen Capillaren sich in den Imaginalscheiben knäuelförmig verzweigen. Ich habe dies schon im Capitel über die Anatomie der Tracheen beschrieben. Die Verbindung der unteren Imaginalscheiben mit den Tracheen ist aber nicht anders aufzufassen als das Verhältniss der Tracheen zu irgend einem anderen Organe, in welches Tracheencapillaren eindringen. Die Entwicklung der Imaginalscheiben ist von dem Tracheenepithel vollkommen unabhängig.

Wir sehen also, dass alle Imaginalscheiben des Thorax unmittelbar oder durch Stiele mit der Hypodermis zusammenhängen, während sie von der Matrix der Tracheen ontogenetisch nicht herzuleiten sind. Wir können daher für alle Imaginalscheiben auch dieselbe Entstehungsweise annehmen, nämlich durch Einstülpung der Hypodermis, die von demjenigen Theile des Thorax ausgeht, welcher von der betreffenden Imaginalscheibe ersetzt wird. Bei den unteren Scheiben und bei der Flügel- und Schwingerscheibe senken sich diese Einstülpungen in die Tiefe und differenziren sich als Stiel und eigentliche Imaginalscheibe. Der Stiel ist hohl, sein Lumen geht direct über in den „provisorischen“ oder „peripodalen“ Raum *(pr)* der Scheibe, der auf einer Seite von dem dicken, mehrschichtigen Exodermblatt *(ex)*, auf der anderen Seite aber von der dünnen, einschichtigen „provisorischen“ oder „peripodalen“ Membran *(pm)* begrenzt ist. Diese fünf Scheibenpaare besitzen auch noch spindelförmige Mesenchymzellen, aus denen die Musculatur dieser Organe hervorgehen soll. Die oberen Prothorakalscheiben hingegen entbehren solcher Mesenchymzellen, da ja auch die daraus entstehenden Stigmenhörner der Puppe muskellos sind.

Alle Imaginalscheiben, und nicht nur einige, wie WEISMANN[1]) und auch andere Autoren behaupten, stehen mit Nerven in Verbindung. Von der Bauchganglienkette treten Nerven zu den drei unteren Paaren von Imaginalscheiben. Ich habe diese Nerven und ihre Verzweigungen auf Tafel IV, Fig. 1 und 2 eingezeichnet. Unmittelbar vor ihrem Eintritt in die Scheiben theilen sie sich in drei Aeste: zwei davon gehen zur Haut und den Muskeln, nämlich einer seitwärts *(sn)* und einer noch vorne *(on)*. Der dritte Ast aber tritt in die Imaginalscheibe ein, ohne dass wir seinen weiteren Verlauf innerhalb der Scheibe zu unterscheiden vermöchten. Ein Theil dieses Nerven tritt an

---

[1]) Lit.-Verz. 37, pag. 136.

der hinteren Ecke der Imaginalscheibe wieder heraus *(un)* und geht dann auch zur Haut. Das ist in allen Thorakalsegmenten zu beobachten.

Im Mesothorax aber sehen wir sehr leicht, dass jederseits die obere Imaginalscheibe mit der unteren durch einen Zellstrang verbunden ist, der in seinem Aussehen den Stielen gleicht und ihnen an Stärke nicht nachsteht.

Dieser Verbindungsstrang (Tafel IV, Fig. 1 *iv*) verläuft längs des seitlichen Tracheenstammes *(i)* und der Trachee (f_1) der unteren Imaginalscheibe. In diesem Zellstrang sind auch Nerven enthalten, von denen an mehreren Stellen feine Nervenfasern zur Hypodermis abzweigen. Ein Theil dieser Nerven aber tritt in die Flügelscheibe und an der Eintrittsstelle in dieselbe zweigt ein Nerv ab, der in nächster Nähe drei subhypodermale Ganglien *(shp)* bildet, wie sie schon Viallanes[1]) von *Eristalis* beschrieben und abgebildet hat. Von diesen Ganglien strahlen mehrere Nerven aus.

Im Metathorax finden wir ganz dieselben Verhältnisse, nur ist hier der Verbindungsstrang *(iv)* viel schwächer und dünner. Auch hier verläuft er längs des seitlichen Tracheenstammes *(i)*, auch hier treten von ihm feine Nerven zur Hypodermis und wieder finden wir, dass an der Eintrittsstelle dieses Verbindungsstranges in die obere Imaginalscheibe (Schwingerscheibe) ein Nerv abzweigt, welcher drei subhypodermale Ganglien bildet. Dass dieser Verbindungsstrang im Metathorax viel schwächer ist als im Mesothorax, hängt wohl damit zusammen, dass die Schwingerscheibe viel kleiner ist als die Flügelscheibe, und dass überhaupt das dritte Thorakalsegment in der Imago viel weniger umfangreich ist als das zweite, welch letzteres die mächtigen Flügelmuskeln enthält.

Im Prothorax vermochte ich einen solchen Verbindungsstrang zwischen unteren und oberen Imaginalscheiben nicht zu finden. Es schien mir, dass er hier fehle, ebenso aber auch der in ihm verlaufende Nerv, und dass die Stigmenscheibe nur von einem Zweige des seitlichen Nerven (sn_0) versorgt werde. Es wäre dies damit zu erklären, dass die Stigmenhörner nur eine vorübergehende Bildung sind, die Imago aber am Prothorax keinen Anhang besitzt, der den Flügeln und Schwingern analog wäre. Doch ist auch die Möglichkeit vorhanden, dass der Verbindungsstrang im ersten Thorakalsegment sehr zart ist, und sich dadurch meiner Beobachtung entzogen hat.

---

[1]) Lit.-Verz. 35, pag. 26, 42—54, pl. 1 u. 2.

Diese Verbindungsstränge zwischen oberen und unteren Imaginalscheiben wurden noch nie beobachtet. Sie sind vielleicht durch eine Wucherung oder Einstülpung der Hypodermis entstanden, als eine primäre Verbindung der Imaginalscheiben anzusehen.

Die Imaginalanlagen des Kopfes.

Bei allen Syrphiden- und Muscidenlarven ist ein Theil des Kopfes eingezogen. Bezüglich dieses eingestülpten Kopftheiles und der damit zusammenhängenden Kopfimaginalscheiben, sowie bezüglich des pharynxartigen Abschnittes des Vorderdarmes herrscht in der Literatur noch immer grosse Unklarheit; die Begriffe Kopfblase, Schlund, Schlundkopf und Pharynx werden häufig unrichtig angewandt.

Als Kopfblase will ich den ganzen eingestülpten Theil des Kopfes bezeichnen und an dieser Kopfblase zwei Theile, das Kopfatrium und den Frontalsack, unterscheiden. Unter Kopfatrium verstehe ich jenen Theil der Kopfblase, welcher als Einleitungsabschnitt des larvalen Darmes fungirt, unter Frontalsack aber die tiefe Einstülpung an der Dorsalwand des Kopfatriums, welche die eingestülpte Stirnregion vorstellt. Der Frontalsack reicht bis zum oberen Schlundganglion und enthält die Imaginalanlagen der Antennen und der Augen. Das Kopfatrium führt in einen musculösen Pharynx, der nach hinten in den Oesophagus übergeht und wie dieser als Theil des Vorderdarmes anzusehen ist. Hiefür spricht vor allem der Umstand, dass die Speicheldrüsen am Vorderende dieses Pharynx münden, und dass die Hypodermis desselben von der Darmtrachee des I. äusseren Astes versorgt wird. Die Uebergangsstelle des Kopfatriums in den Pharynx, wo, wie soeben erwähnt, die Speicheldrüsen münden, entspricht dem Rande des definitiven Mundes der Imago.

Dieser Pharynx wird nicht wie das Kopfatrium und der Frontalsack während der Puppenzeit ausgestülpt, sondern entspricht einem Theile des imaginalen Vorderdarmes. Deshalb ist die Bezeichnung Pharynx gerechtfertigt. Die Kopfblase aber ist in dieser Form nur eine vorübergehende larvale Bildung und wird durch Ausstülpung zu einem Theile des imaginalen Kopfes. Kopfblase und Pharynx sehen wir auf Tafel V, Fig. 8 im Zusammenhang von der Lateralseite dargestellt.

Das Kopfatrium. Die Hypodermis und die Cuticula des Kopfatriums (*ka*, Tafel V, Fig. 8) sind directe Fortsetzungen der

Hypodermis und der Cuticula der Haut. Dieser Uebergang ist auf einem Querschnitt deutlich zu sehen (Tafel V, Fig. 11). Das Kopfatrium ist in seinem vorderen Abschnitte blasenförmig und besteht aus zwei symmetrisch gelegenen schalenförmigen Theilen, welche in einer Naht dorsal gelenkig miteinander verbunden sind. An der dicken Cuticula dieses Abschnittes (Tafel V, Fig. 10) verlaufen innen von vorn nach hinten gewissermassen „meridiane" Längsrippen *(rp)*, die nach hinten etwas breiter werden und jede mit einer Reihe kleiner Chitinzähnchen versehen ist. Diese Rippen sind auch am Querschnitt zu erkennen (Tafel V, Fig. 11, *rp*). Die Kerne der Hypodermiszellen dieses Abschnittes liegen am hinteren Rande desselben, je einer unter jeder Rippe (Tafel V, Fig. 8, *rmz*); jede Rippe ist daher als die cuticulare Bildung nur einer Matrixzelle anzusehen. In der dorsalen Naht, welche die beiden schalenförmigen Hälften dieses Abschnittes verbindet, finden sich die Zellkerne zahlreich *(nz)*. Der ventrale Eingang in das Atrium bildet die larvale Mundöffnung. Der blasenförmige Theil des Kopfatriums steht durch einen halsartig verengerten Theil mit dem Pharynx in Verbindung; dieser Halstheil ist noch als Abschnitt des Kopfatriums anzusehen; er ist innig mit dem Frontalsack verbunden und an seinem hinteren Rande findet sich die Mündung der Speicheldrüsen. Dieser hintere Theil des Kopfatriums besteht auch aus Hypodermis und Cuticula und ist noch besonders durch einige ventral und lateral gelegene Chitinspangen gestützt (*csp*, Tafel V, Fig. 9), die zum Theil sehr stark und dunkel pigmentirt sind. Von der Grenze zwischen Pharynx und Kopfatrium gehen lateral einige Muskeln (*am*, Tafel V, Fig. 8) nach vorne, die theils dorsal, theils ventral am vorderen Abschnitte des Kopfatriums inseriren.

Im Zusammenhang mit diesem Kopfatrium findet sich ventral ein Paar von Kopfimaginalscheiben. Wie die Thorakalscheiben mit der Hypodermis des Thorax, so sind die Kopfscheiben mit der Hypodermis des Atriums verbunden; sie inseriren an dem ventralen Hinterende des Kopfatriums, seitlich von der Einmündung der Speicheldrüsen. Sie stellen die Anlagen der Mundwerkzeuge dar und zeigen die Form kurz gestielter kleiner Säckchen, deren dorsale Wand mehrschichtig und dick, die ventrale aber einschichtig und dünn ist. Wir können also auch hier ein Exodermblatt und eine „provisorische" oder „peripodale" Membran unterscheiden, welche den „provisorischen" oder „peripodalen Raum" einschliessen. Dieser steht durch das Lumen des kurzen Stieles mit der Höhle des Kopfatriums in Verbindung, doch ist die Cuticula an der Einmündungs-

stelle verschweisst, so dass Fremdkörper nicht in das Lumen der Imaginalscheiben eindringen können. Mesenchymzellen sind nicht vorhanden. Von hinten tritt in jede der beiden Scheiben ein Nerv ein.

Der Frontalsack. Complicirt und schwer verständlich ist der Bau des Frontalsackes. Um diesen besser erläutern zu können, habe ich mehrere Skizzen von Querschnitten und einen schematischen Längsschnitt nachstehend abgebildet. Einige andere Querschnitte finden wir auf Tafel V, Fig. 12, 13, 14 genauer dargestellt.

Der Frontalsack ist eine unpaare Bildung, welche durch Einstülpung der Stirnregion des Kopfes entstanden und daher als ein Theil der Kopfblase anzusehen ist. Der Frontalsack hängt mit dem Kopfatrium dorsal zusammen, doch erstreckt sich diese Ursprungsstelle auch bogenförmig auf die Seitentheile des Kopfatriums hinüber (Tafel V, Fig. 8 und 12, Textabb. II, Fig. 4 und 5). Auf den Querschnitten erscheint in Folge davon dorsal vom Kopfatrium noch ein ringsum abgeschlossener Raum (*dr*, Tafel V, Fig. 12), der auf drei Seiten, dorsal und lateral von den doppelten Wandungen des Frontalsackes begrenzt wird. Der Frontalsack ist in diesem Theile stark chitinisirt. Die Cuticula der äusseren Wand ist hell und durchscheinend, die der inneren Wand aber erscheint dunkel pigmentirt. Diese Chitinbildungen sind mit der Cuticula des Kopfatriums innig verbunden und erscheinen auf in Kalilauge gekochten Präparaten als chitinöse flügelartige Anhänge (*fl*, Tafel V, Fig. 9). Diese Cuticularausscheidung füllt das Lumen des Frontalsackes, welches mit der Höhle des Kopfatriums communicirt, vollständig aus und verhindert so das Eindringen von Fremdkörpern.

Am hinteren Rande des Kopfatriums endet die laterale Ursprungsstelle des Frontalsackes. An Querschnitten sieht man daher die äussere und innere Wand des letzteren sich hier berühren (Textabb. II, Fig. 6) und verwachsen, hinter dieser Verwachsungsstelle aber den dorsal gelegenen Frontalsack getrennt vom ventralen Theile, welcher letztere von dieser Trennungsstelle an bereits dem Pharynx entspricht. Die äussere und innere Wand des Frontalsackes gehen hinter dieser Lostrennungsstelle vom ventralen Theile lateral in einander über. Im Umkreise dieser lateralen Verwachsungsstelle ist die Hypodermis verdickt und bildet die Anlagen der Antennen (*ant*, Tafel V, Fig. 8, 12, Textabb. II, Fig. 5—8), in welche auch einige Tracheencapillaren eindringen. Der anfangs breite Frontalsack wird nach hinten immer schmäler (Textabb. II, Fig. 7, 8, Tafel V, Fig. 13, 14) und ist in diesen Theilen den Stielen der

Imaginalscheiben vergleichbar. Sein Lumen erscheint in der Form zweier seitlicher Spalten, welche nicht von der Cuticula erfüllt sind. In der Medianlinie legen sich die beiden Wände des Frontalsackes

Abbildung 2.

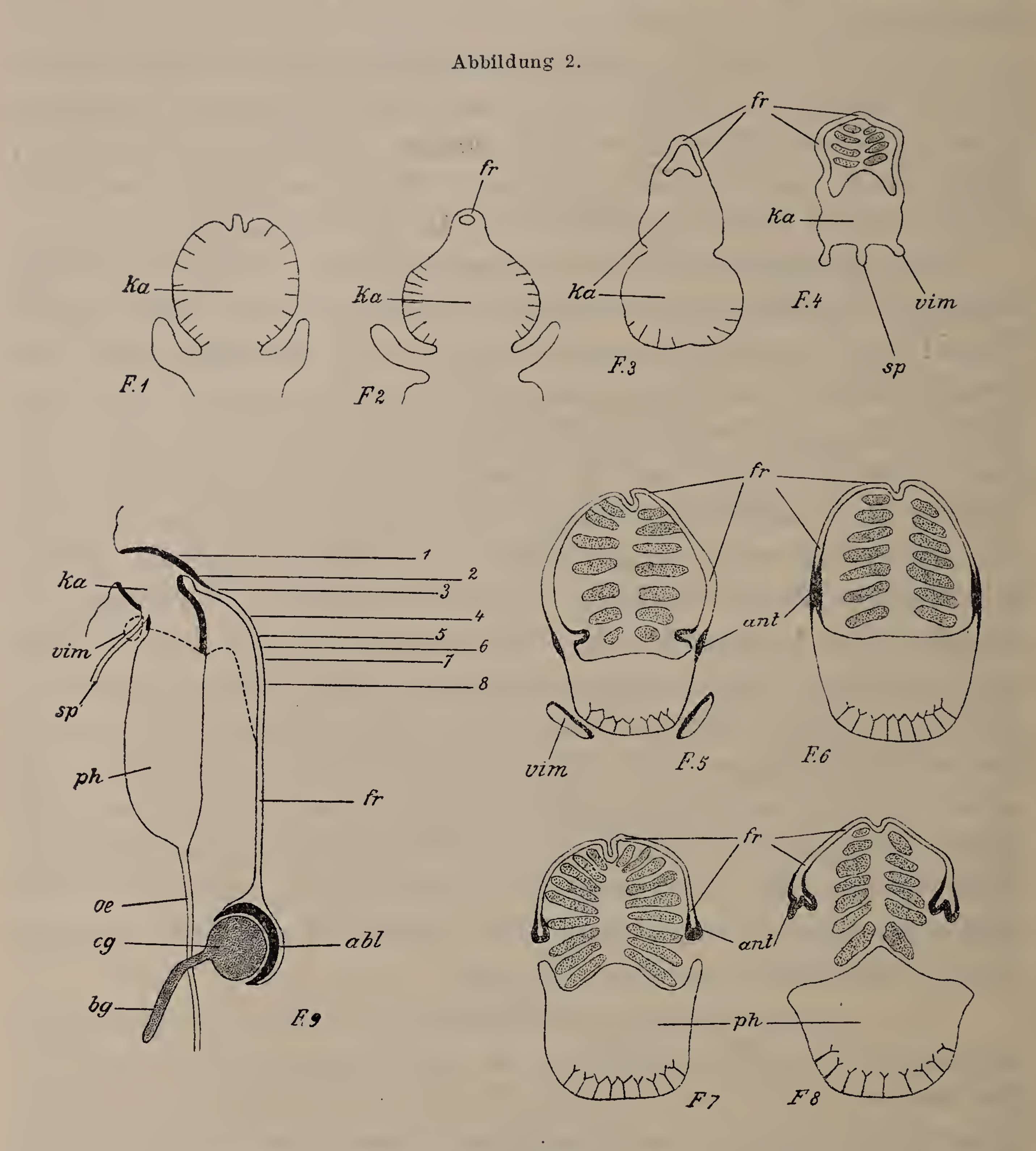


Fig. 1—8. Eine Reihe auf einander folgender Querschnitte durch die Kopfblase und den Pharynx. — Fig. 9. Idealer Längsschnitt. (*1—8* deutet die Lage der entsprechenden, nebenstehenden Querschnitte an.) *fr* Frontalsack; *ka* Kopfatrium; *ph* Pharynx; *sp* Mündung der Speicheldrüsen; *vim* ventrale Kopfimaginalscheiben und deren Insertionen; *oe* Oesophagus; *cg* Cerebralganglion; *bg* Bauchganglienkette; *abl* Augenblasen; *ant* Antennenanlage. [Das Kopfatrium ist im Längsschnitt mit dicker Contour eingezeichnet und seine seitliche Grenze durch eine punktirte Linie markirt, ebenso die seitliche Grenze des Frontalsackes und die ventralen Imaginalscheiben *vim*.]

dicht an einander, so dass hier kein Spalt zu erkennen ist. Der Frontalsack endet hinten mit den beiden Augenblasen, welche median verbunden sind. Die beiden spaltförmigen Lumina des stielartigen Theiles des Frontalsackes gehen hier über in die Spalträume, welche

beiderseits zwischen der mehrschichtigen und der einschichtigen Wand der Augenblasen liegen und den „provisorischen“ oder „peripodalen“ Räumen der thorakalen Imaginalscheiben vergleichbar sind (*abl*, Textabb. II, Fig. 9). Die Augenblasen liegen den Cerebralganglien haubenartig an.

Der Pharynx. Die Hypodermis und Cuticula des Kopfatriums gehen direct über in die Hypodermis und Intima des Pharynx. Die Hypodermis des Pharynx besteht ventral und lateral aus ziemlich platten Zellen (*pl*, Tafel V, Fig. 12, 13, 14), dorsal aber aus etwas höheren Zellen *(dl)*. Innerhalb dieser Matrix liegt die Intima, welche an der ventralen Seite neun Längsreihen starker Chitinborsten (Tafel V, Fig. 9, *cb*) trägt, oberhalb deren die Kerne des Epithels reihenförmig angeordnet sind (Taf. V, Fig. 8). Auf Querschnitten (Taf. V, Fig. 12—14) kann man sehen, dass diese Chitinborsten mit Ausnahme der randständigen sich alle an der Spitze gabelförmig theilen. Andreas Batelli[1]) hat diese Borsten in physiologischer Beziehung den Barten gewisser Cetaceen verglichen und sie als fanoni faringei bezeichnet. Sie sind insbesondere im vorderen Theile sehr lang und stark. Sie dienen dazu, grössere, feste Körper am Eindringen in den Oesophagus zu hindern, vielleicht aber auch grössere, lockere Nahrungstheile zu zertheilen. Am Vorderende dieser Längsreihen von Chitinborsten findet sich eine ventrale Querreihe von chitinösen Borstenhaaren (Tafel V, Fig. 9, *bh*). Der Querschnitt durch den Pharynx ist im vorderen Theile annähernd trapezförmig (Taf. V, Fig. 12), nach hinten aber vertieft sich die dorsale Medianlinie, wodurch der Querschnitt fünfeckig erscheint (Taf. V, Fig. 13) ja es bildet sich sogar schliesslich eine dorsale Rinne, welche mit kleinen Chitinhärchen versehen ist (*ch*, Taf. V, Fig. 14). Der Pharynx ist reich mit mächtigen Muskeln versehen, welche in verschiedenen Richtungen verlaufen. Ein grosser Theil derselben inserirt an jenem Theile des Frontalsackes, welcher lateral mit dem Kopfatrium verwachsen ist und die mächtigen flügelartigen Cuticularbildungen besitzt, wie ich dies oben beschrieben habe (Tafel V, Fig. 8). Auf Querschnittsbildern sieht man die Anschnitte dieser Muskeln innerhalb jenes Raumes, der ventral durch das Kopfatrium, dorsal aber und lateral von den zwei Wänden des Frontalsackes begrenzt wird (Tafel V, Fig. 12, *dr*). Sie inseriren also an der Kopfblase und verlaufen schräg zur Dorsalseite des Pharynx. Im hintersten Theile des Pharynx finden wir dorsale Quermuskeln, von denen der vordere

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 90—93.

(Tafel V. Fig. 8, *om*) aus mehreren Muskelbändern, der hintere aber *(um)* nur aus einem sehr breiten Muskelbande besteht. Innerhalb dieser Quermuskeln verläuft auch noch ein paariger, starker, dorsaler Längsmuskel *(lm)*. Dieser wie auch einer der vorderen Quermuskeln ist auf dem Querschnittsbilde Tafel V, Fig. 14 angeschnitten *(lm, om)*. Alle diese Muskeln werden durch die zahlreichen Aeste der asegmentalen Pharyngealtrachee versorgt, die Hypodermis des Pharynx aber von der Darmtrachee des segmentalen äusseren Tracheenastes I (vergl. pag. 14 dieser Arbeit und Tafel III, Fig. 4). Auf der Aussenfläche des Pharynx ist ein reiches Netz von Nerven vorhanden.

Der unpaare Ausführungsgang der Speicheldrüsen mündet am hinteren Rande des Kopfatriums, zwischen den Insertionsstellen der zwei ventralen Kopfimaginalscheiben (Textabb. II, Fig. 4). Die Speicheldrüsen bestehen aus paarigen Drüsenschläuchen mit grosskernigen Drüsenzellen und aus paarigen Ausführungsgängen, die sich zu einem unpaaren Endstück vereinen, welches eine Intima mit Spiralfaden besitzt und dadurch sehr an den Bau der Tracheen erinnert.

Als Grenze zwischen Kopfatrium und Pharynx muss man eine Linie annehmen, welche ventral durch die Querreihe der Borstenhaare (*bh*, Tafel V, Fig. 9) bestimmt ist und von hier zur Dorsalseite etwas schräg nach hinten verläuft zu jener Stelle, wo der Frontalsack sich von der lateralen Verbindung mit dem ventralen Kopfatrium loslöst (Textabb. II, Fig. 6, 7). Diese Grenzlinie ist in dem schematischen Längsschnitt Textabb. II, Fig. 9 durch eine punktirte Linie markirt. Die Einmündung der Speicheldrüsen und die Insertionsstellen der ventralen Kopfscheiben liegen unmittelbar vor dieser Grenze.

Bei den Häutungen der Larve wird, wie ich beobachtet habe, das ganze so complicirte Chitingerüst der Kopfblase und des Pharynx ausgestossen und erneuert. Eine solche Ausstossung der Cuticula findet auch bei der Verpuppung statt und es treten infolge dessen die Höhle des Kopfatriums, der „peripodale“ oder „provisorische“ Raum der ventralen Kopfimaginalscheiben und das Lumen des Frontalsackes miteinander in offene Verbindung.

Was die Literatur über das Kopfatrium und den Pharynx der *Eristalis*larve anbetrifft, so hat Batelli[1]) wohl eine Beschreibung derselben gegeben, ohne jedoch die Complicationen völlig zu ver-

[1]) Lit.-Verz. 2, pag. 90—93.

stehen. Zu einer wirklichen Einsicht in den Bau dieser Bildungen kann man nur auf Grund guter Serienschnitte kommen. Buckton[1]) erwähnt den Pharynx nur flüchtig, seine Abbildung entspricht wohl nicht der Wirklichkeit. Miall[2]) bringt auch einige Angaben darüber und bildet einen Querschnitt ab, welcher dem von Tafel V, Fig. 13 ziemlich ähnlich ist.

Bezüglich der Anlagen der Unterlippe (ventrale Kopfimaginalscheiben) stimme ich mit den Beobachtungen Künckel d'Herculais'[3]) völlig überein. Weismann[4]), Viallanes[5]) und van Rees[6]) sprechen bei *Musca* nur von den Antennenscheiben und Augenanlagen; von den ventralen Kopfscheiben erwähnen sie nichts. Anlagen der Oberlippe, wie sie Künckel bei *Volucella* beschreibt, habe ich nicht gefunden, sie sind auch sonst von keinem Autor noch beobachtet worden.

---

[1]) Lit.-Verz. 3, pag. 41.
[2]) Lit.-Verz. 26, pag. 198—218.
[3]) Lit.-Verz. 20, pag. 148—152.
[4]) Lit.-Verz. 37, pag. 157—160.
[5]) Lit.-Verz. 35, pag. 206.
[6]) Lit.-Verz. 30, pag. 41—54.

Literaturverzeichniss.

(Die in den Anmerkungen des Textes den Autornamen beigefügten Ziffern verweisen auf die Nummer der betreffenden Arbeit in diesem Verzeichnisse.)

1. Albin Eleazar: Insectorum Angliae naturalis historia. 1720. Eine englische Uebersetzung erschien 1749.

2. Batelli, Dr. Andrea: Contribuzione all'anatomia ed alla fisiologia della larva dell'Eristalis tenax. 1879. Bull. soc. entom. Ital. XI. Bd., pag. 77—117, Taf. 1—5.

3. Buckton, G. B.: The natural history of Eristalis tenax or the Dronefly. London 1895, 88 pag., 9 Taf.

4. Bütschli, O.: Entwicklungsgeschichte der Biene. 1870. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoolog. Bd. XX, pag. 519—564, Taf. 24—27.

5. Cajal, S. R.: Coloration par la méthode de Golgi des terminaisons des trachées et des nerfs dans les muscles des ailes des Insectes. 1890. Zeitschr. f. wissenschaftliche Mikr. Bd. VII, pag. 332—342, 1 Taf.

6. Chun, Dr. C.: Ueber den Bau, Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen der Insecten. 1875. Abh. d. Senckenberg. naturforschenden Gesellschaft. Frankfurt. Bd. X, pag. 27—55, 4 Taf.

7. Dufour, L.: Etudes anatomiques et physiologiques sur une mouche dans le but d'éclairer l'histoire des métamorphoses et de la prétendue circulation des Insectes. 1841. Annales des sciences nat. S. II, T. XVI, pag. 5—14.

8. Emery, C.: Untersuchungen über Luciola italiana. 1884. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoolog. Bd. XL, pag. 338—355, Taf. 19.

9. Ganin, M.: Zur nachembryonalen Entwicklung der Musciden (russisch). 1876. Referate von Hoyer in Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Bd. XXVIII, pag. 386 bis 389 und in Jahresber. d. Anat. u. Physiol. Bd. V, pag. 507.

10. Gazagnaire, J.: Sur un prétendu nouveau type de tissu élastique. 1886. Comptes rendus des S. de l'acad. des sc. T. CII, pag. 1501—1503.

11. Goedart Joannes: Metamorphosis et historia naturalis Insectorum, cum commentariis 1662. (Originalausgabe in holländischer Sprache.)

11a. Goedart: 2. Auflage, veranstaltet von M. Lister, unter dem Titel: De Insectis, in methodum redactus; cum notularum additione. 1685.

12. Hatschek, B.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. 1877. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XI, pag. 115—158, Taf. 7—9.

13. Holmgren, Emil: Ueber das respiratorische Epithel der Tracheen bei Raupen. Festschrift Lilljeborg, Upsala 1896, pag. 67—96, Taf. 5 und 6.

14. Kolbe, H. J.: Einführung in die Kenntniss der Insecten. Berlin 1893, 709 pag.

15. Kowalevsky, A.: Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. 1871. Mém. de l'acad. imp. des sc. de S. Pétersbourg. S. 7, T. XVI, Nr. 12.

16. Kowalevsky, A.: Zur embryonalen Entwicklung der Musciden. 1886. Biol. Centralbl. Bd. VI, pag. 49—54.

17. Kowalevsky, A.: Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. I. 1888. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Bd. XLV, pag. 542 bis 549.

18. Krancher, O.: Der Bau der Stigmen bei den Insecten. (Vorläufige Mittheilung.) 1880. Zoolog. Anz. Bd. III, pag. 584—588.

19. Krancher, O.: Der Bau der Stigmen bei den Insecten. 1881. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Bd. XXXV, pag. 505—574, 2 Taf.

20. Künckel d'Herculais: Recherches sur l'organisation et développement des Volucelles. 1875. 208 pag., 26 Taf.

21. Leydig, Franz: Zur Anatomie der Insecten. 1859. Arch. f. Anat. u. Physiol. v. Reichert und du Bois Reymond. Jahrg. 1859, pag. 33—89, pag. 149 bis 183, Taf. 2—4.

22. Löw, Franz: Eristalis. Verhandl. der zoolog.-bot. Gesellsch. in Wien. 1866, Bd. XVI, pag. 949.

23. Lowne, B. Th.: Anatomy, physiology, morphology and development of the Blowfly (Calliphora erythrocephela). London 1890. (2. Auflage.) 778 pag., 52 Taf.

24. Meijere, J. C. H. de: Ueber zusammengesetzte Stigmen bei Dipterenlarven, nebst einem Beitrag zur Metamorphose von Hydromyza livens. 1895. Tijdschrift voor Entomol. 38. Deel, pag. 65.

25. Merian, Maria Sibylle Gräfin: Der Raupen wunderbare Verwandelung und sonderbare Blumennahrung. 1679. Nürnberg.

25a. Französische Uebersetzung: Histoire des Insectes de l'Europe. 1730. Amsterdam.

26. Miall, L. C.: The natural history of aquatic Insects. London 1895. (Ueber Eristalis, pag. 198—218.)

27. Müller, Fritz: Larven von Mücken und Haarflüglern mit zweierlei abwechselnd thätigen Athemwerkzeugen. 1888. Entomol. Nachr. Jahrg. 14, pag. 273.

28. Palmén, J. A.: Zur Morphologie des Tracheensystems. Leipzig 1877, 149 pag., 2 Taf.

29. Réaumur, M. de: Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 1734. Paris. 6 Bände.

30. Rees, J. van: Beiträge zur Kenntniss der inneren Metamorphose von Musca vomitaria 1889. Zoolog. Jahrb., Abth. f. Anat. u. Ont. Bd. III, pag. 1—134, 2 Tafeln.

31. Sadones: L'appareil digestif et respiratoire des Odonates. 1895. La cellule. T. XI, pag. 271—326, 3 Taf.

32. Scheiber, S. H.: Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestridenlarven. 1860. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. T. XLI, pag. 409—496, 2 Taf.

33. Schultze, Max: Zur Kenntniss der Leuchtorgane der Lampyriden. 1865. Zeitschr. f. mikr. Anat. Bd. I, pag. 124—137, Taf. 5 u. 6.

34. Swammerdam, Joh.: Bibel der Natur. Leipzig 1752.

35. Viallanes, M. H.: Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques, qui accompagnent le développement postembryonnaire de ces animaux. 1882. Ann. des sc. nat. S. 6, T. XIV, pag. 1—348, Taf. 1—18.

36. Viallanes, M. H.: Sur un nouveau type de tissu élastique, observé chez la larve de l'Eristalis tenax. 1885. Ann. des sc. nat. S. 6, T. XI, 11. Art., 12 pag., 1. Taf.

37. Weismann, A.: Die Entwicklung der Dipteren. 1864, 263 pag., 14 Taf. (Separatausgabe zweier Aufsätze in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Bd. XIII und XIV.)

38. Wielowiejski, H. R. v.: Studien über die Lampyriden. 1882. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XXXVII, pag. 354—428, Taf. 23 und 24.

39. Wistinghausen, C. von: Tracheenendigungen in den Sericterien der Raupen. 1890. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoolog. Bd. XLIX, pag. 565—582, Taf. 27.

Tafelerklärung.

(Die den einzelnen Buchstaben hinten beigesetzten Ziffern 0, 1, 2 . . . . . 10 bezeichnen die elf Rumpfsegmente; 0, 1, 2 die drei Thorakalsegmente; 3, 4 . . . . . 10 die acht Abdominalsegmente.)

Gemeinsame Bezeichnungen verschiedener Abbildungen.

I—X Die 10 äusseren Tracheenäste des 2.—11. Rumpfsegmentes.
A—H Die 8 inneren Tracheenäste des 2.—9. Rumpfsegmentes.
a. Distaler Nebenzweig der inneren Tracheenäste.
Ant. Fühler der Larve.
b. Proximaler Nebenzweig der inneren Tracheenäste.
c. Anastomosenast der inneren Tracheenäste.
Dtr. Segmentale Darmtracheen.
e. Hautmuskeltrachee, welche am Vorderrande jedes Segmentes von den seitlichen Längsstämmen entspringt.
f. Tracheen der unteren Imaginalscheiben des Thorax.
Ftr. Segmentale Fettkörpertrachee.
g. Trachee der Bauchganglienkette.
h. Hautmuskeltrachee, welche in der Mitte jedes Segmentes von den seitlichen Längsstämmen entspringt.
Hmtr. Segmentale Trachee der Haut und der ihr anliegenden Muskel.
i. Seitliche Tracheenlängsstämme.
k. Laterale segmentale Hautmuskeltrachee.
l. Ein Zweig der Trachee *k.*
oe. Oesophagus.
r. Pharyngealtrachee.
q. Cerebraltrachee.
s. Cerebropharyngealtrachee.
Sch. Schwanzartige Athemröhre.
St. Stigmenast.
T. Einmündung der vorderen Tracheencommissur in die Tracheenhauptstämme.
Tr. Tracheenhauptstämme.
Tr_1. Deren erweiterter mittlerer Theil.
tsp. Spiralig aufgerollter Theil der Stigmenäste des 8. Abdominalsegmentes.
U. Stelle, wo sich der Hautmuskelzweig der äusseren Tracheenäste gabelförmig theilt.
Y. Einmündung der hinteren Tracheencommissur in die Tracheenhauptstämme.
Z. Prothorakales Stigmenhorn.

Erklärung der einzelnen Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Laterale Ansicht des Tracheensystems der Haut und der ihr anliegenden Muskel. Vergr. 15fach.

Fig. 2. Tracheen des Darmes und des Fettkörpers. Ansicht von der ventralen Seite. (Die linke Seite ist nicht ganz eingezeichnet.) *ch* Chylusdarm; *ka* Kopfatrium; *ma* Malpighische Gefässe; *ms* Magenblindsäcke; *ph* Pharynx; *pro* Proventrikel; *py* Verschlussapparat im Anfange des Enddarmes; *sp* Speicheldrüsen; π Tracheenast der Athemröhre. Vergr. 15fach.

Taf. II.

Fig. 1. Ventrale Ansicht der Tracheen der Haut, der ihr anliegenden Muskel und der Bauchganglienkette. Vergr. 15fach.

Fig. 2. Tracheen des Vorderendes von der Dorsalseite. *m, o, p* und *x* Tracheen der Dorsalseite, welche an der vorderen Tracheencommissur entspringen; *W* deren gemeinsame Wurzel; *ka* Kopfatrium; *ph* Pharynx. Vergr. 20fach.

Fig. 3. Tracheen des Vorderendes von der Ventralseite. *α* eine überzählige Trachee im Metathorax; *β* und *γ* zwei überzählige Tracheen im Mesothorax; *v* ein Nebenast der Trachee *y*, der in das Kopfatrium geht; *w* Trachee des Mesothorax, entsprechend den Aesten *k* und *e* der anderen Segmente; *y* Trachee der Fühler. Vergr. 20fach.

Taf. III.

Fig. 1. Dorsale Ansicht der Tracheen der Haut und der ihr anliegenden Muskel. Vergr. 15fach.

Fig. 2. Hinterende der Larve von der Dorsalseite. *Ktr* Trachee der Darmkiemen; *φ* und *ω* Tracheenzweige des X. äusseren Astes; *π* Zweig der Fettkörpertrachee X, der in die Athemröhre geht. Vergr. 20fach.

Fig. 3. Darmkiemen in ausgestülptem Zustande, von der Ventralseite gesehen. *An* Afteröffnung; *1—10* die 10 Kiemenblindsäcke einer Seite; *z* distale Anhänge einiger Kiemenblindsäcke. Vergr. 6fach.

Fig. 4. Tracheen des Pharynx, von der Ventralseite, aber etwas seitlich. Vergr. 30fach.

Fig. 5. Ein einzelner Kiemenblindsack. *Kmh* hinterer Retractionsmuskel, *Kmv* vorderer Retractionsmuskel der Darmkiemen; *z* distaler Anhang des Kiemenblindsackes; *kn* Nerv der Kiemenmuskel; *Ktr* Trachee der Darmkiemen. Vergr. 30fach.

Taf. IV.

Fig. 1. Tracheen und Imaginalscheiben des Thorax. (Die persistirenden Tracheen mit Embryonalepithel sind punktirt eingezeichnet, die degenerirenden mit einfachem Contour.) *iv* Verbindungsstrang der oberen und unteren Imaginalscheibe; *n* Nerv der unteren Imaginalscheiben; *oms* obere Mesothorakalscheibe; *omt* obere Metathorakalscheibe; *on* vorderer Nervenzweig; *op* obere Prothorakalscheibe; Sa_1 Anlage des Stigmas; *shp* subhypodermale Ganglien; *sn* seitlicher Nervenzweig; St_1 Anlage des Stigmenastes; *st* Stiel der Imaginalscheiben; tr_1 Imaginalscheibe der Tracheen; *ums* untere Mesothorakalscheibe; *umt* untere Metathorakalscheibe; *un* Nerv, welcher aus der hinteren Ecke der unteren Imaginalscheibe heraustritt; *up* untere Prothorakalscheibe; *w* eine Trachee des Mesothorax; *y* Trachee der Fühler. Vergr. 40fach.

Fig. 2. Untere Imaginalscheiben des Prothorax in einem jüngeren Stadium. Bezeichnungen wie in Fig. 1. Vergr. 40fach.

Fig. 3. Tracheen eines abdominalen Segmentes; Sa_1 Anlage des Stigmas; *tma* degenerirende Tracheenmatrix; *tr* persistirende Tracheenmatrix, aus Embryonalzellen bestehend; tr_1 deren imaginalscheibenartige Verdickungen. Vergr. 70fach.

Fig. 4. Querschnitt der rechten oberen Imaginalscheibe des Mesothorax; *ex* Exodermblatt; *pm* provisorische oder peripodale Membran; *pr* provisorischer oder peripodaler Raum; *mes* Mesenchymzellen der Imaginalscheibe; *td* Trachee. Vergr. 100fach.

Fig. 5. Querschnitt durch die Basis der linken, oberen Imaginalscheibe des Prothorax; *dr* Drüsenzellen; *est* eingestülpte Hypodermis; *vst* vorgestülpte Hypodermis. (Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 4.) Vergr. 120fach.

Taf. V.

Fig. 1. Höcker mit Borstenhaaren an der Cuticula des proximalen Theiles der Athemröhre. Vergr. 100fach.

Fig. 2. Cuticula im zweiten Theile der Athemröhre. Vergr. 150fach.

Fig. 3. Distales Ende der Athemröhre. *ap* die zwei Oeffnungen der einen Stigmenkammer; *bo* Chitinborsten am Stigma; *drc* Ausführungsgänge der Drüsenzellen; *rk* Ringwülste der Cuticula des dritten Theiles der Athemröhre; *stk* Stigmenkammer. Vergr. 160fach.

Fig. 4. Schwanzspitze von der Endfläche gesehen. *ap* Oeffnungen des Stigmas; *bo* Borsten am Stigma. Vergr. 50fach.

Fig. 5. Eine Drüsenzelle des Athemrohres. *dra* Anfangsstück des Drüsencanales; *drc* Drüsencanal; *zk* Zellkern. Vergr. 350fach.

Fig. 6. Prothorakales Stigmenhorn. Die Hypodermis ist im Querschnitte dargestellt. *an* äussere Stigmennarbe; *dr* Drüsenzellen; *est* Einstülpung der Hypodermis; *in* innere Stigmennarbe; *mst* Muskel des Stigmas; *op* obere Prothorakalscheibe; *vst* Vorstülpung der Hypodermis. Vergr. 60fach.

Fig. 7. Querschnitt des prothorakalen Stigmas. *fi* Filzbildende Borsten Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 6. Vergr. 150fach.

Fig. 8. Kopfblase und Pharynx von der Seite gesehen. *am* äussere Muskel am Kopfatrium; *ant* Anlage der Antennen; *fr* Frontalsack; *ka* Kopfatrium; *lm* Längsmuskel der Pharynx; *om* vordere Quermuskeln des Pharynx; *ph* Pharynx; *rmz* Matrixkerne der Chitinrippen des Kopfatriums; *sm* Schrägmuskel des Pharynx; *vim* ventrale Imaginalscheiben des Kopfes; *um* hinterer Quermuskel des Pharynx. Vergrösserung 35fach.

Fig. 9. Chitingerüst der Kopfblase und des Pharynx. *bh* Querreihe von Borstenhaaren am Vorderrande des Pharynx; *cb* Längsreihen von Chitinborsten im Pharynx; *csp* Chitinspangen im Kopfatrium; *fl* flügelartige Cuticulabildungen im Frontalsack; *hk* deren hinterer Rand; *mv* deren dorsale Verschmelzungslinie. Vergr. 35fach.

Fig. 10. Chitingerüst des kugeligen Theiles des Kopfatriums. *rp* Längsrippen der Cuticula. Vergr. 70fach.

Fig. 11. Querschnitt durch den vorderen Theil des Kopfatriums. *hp* Hypodermis der Haut; *nz* Kerne der dorsalen Naht der beiden Kugelschalen; *rmz* Matrixzellkerne unter den Chitinrippen; *rp* Chitinrippen. Vergr. 70fach.

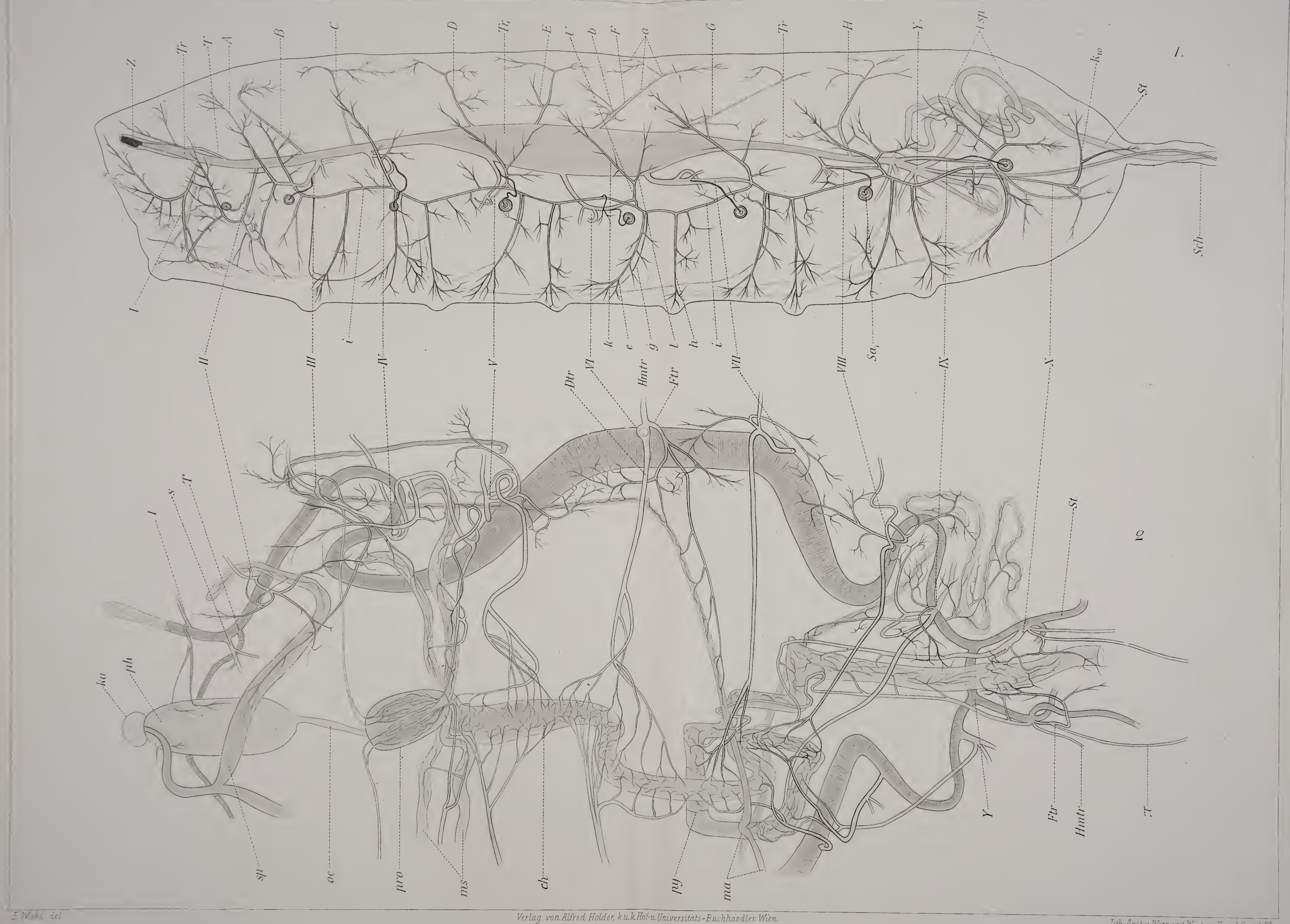
Fig. 12. Querschnitt durch die Grenze von Kopfatrium und Pharynx. *cb* Chitinborsten des Pharynx; *dr* dorsaler Raum, der von dem Frontalsack begrenzt wird; *dl* dorsale Wand des Kopfatriums; *pd* Pharyngealtrachee; *pl* Plattenepithel der ventralen Wand des Pharynx; *sp* Ausführungsgang der Speicheldrüsen; *st* Stiel der unteren Prothorakalscheibe; *vr* Höhle des Pharynx an der Uebergangsstelle in das Kopfatrium. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 8. Vergr. 50fach.

Fig. 13. Durchschnitt durch den Pharynx. *dl* dorsale Wand des Pharynx. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 8 und 12. Vergr. 50fach.

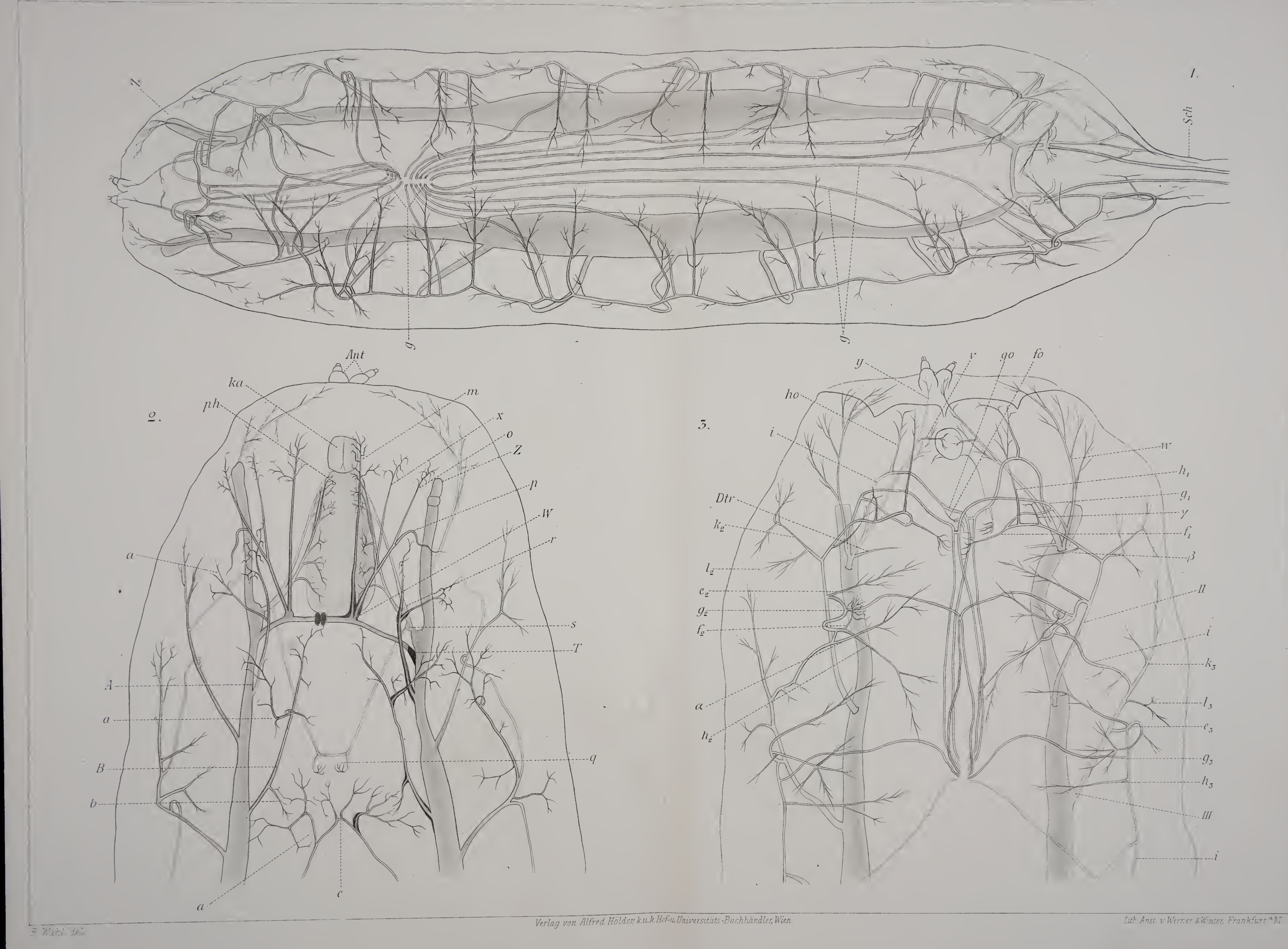
Fig. 14. Durchschnitt durch den Pharynx in der Gegend des vorderen Quermuskels. *ch* Chitinhaare in der Dorsalrinne des Pharynx; *dl* dorsale Wand des Pharynx. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 8 und 12. Vergr. 50fach.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.





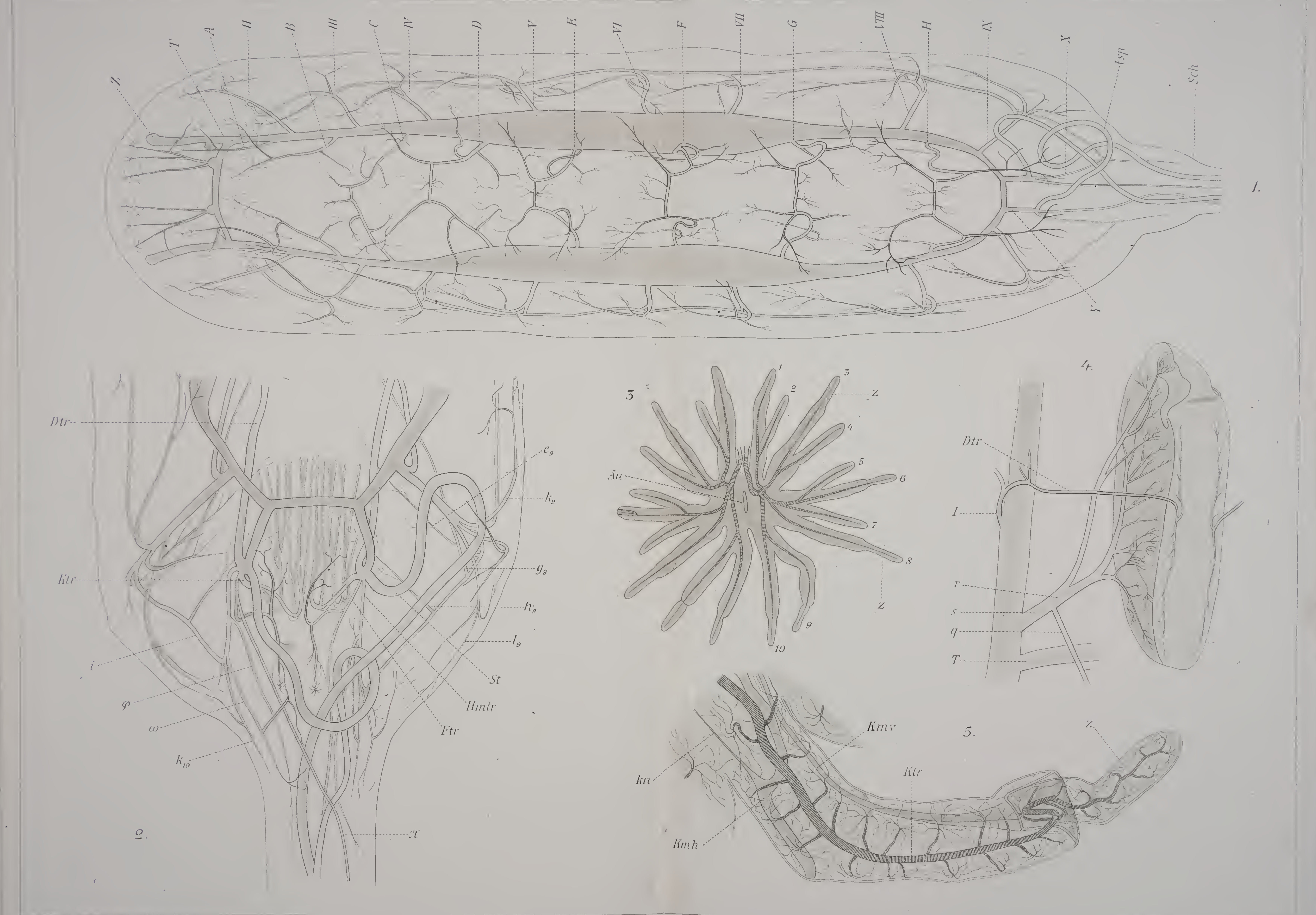
B. Wahl del. Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



B. Wahl del.

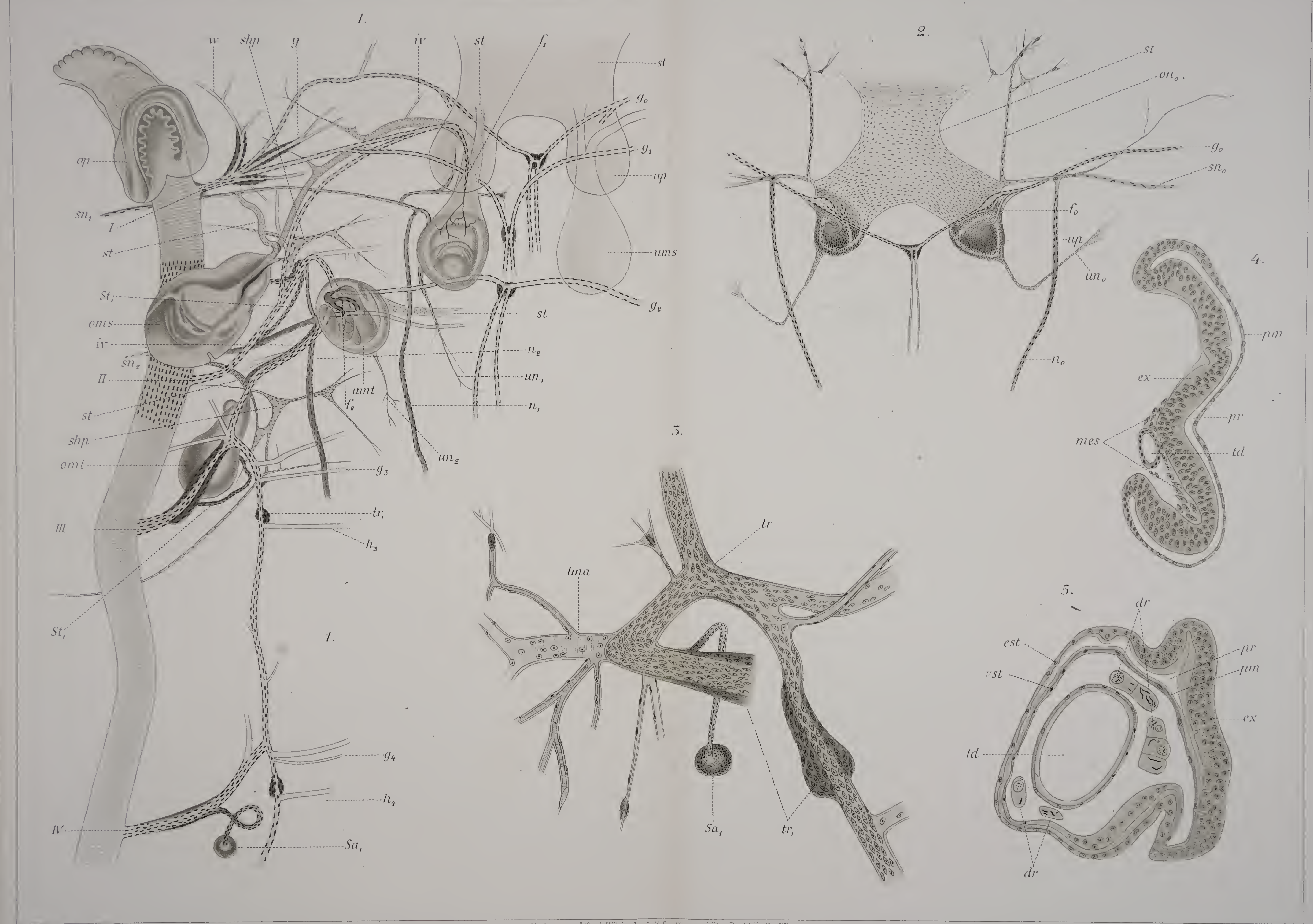
Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



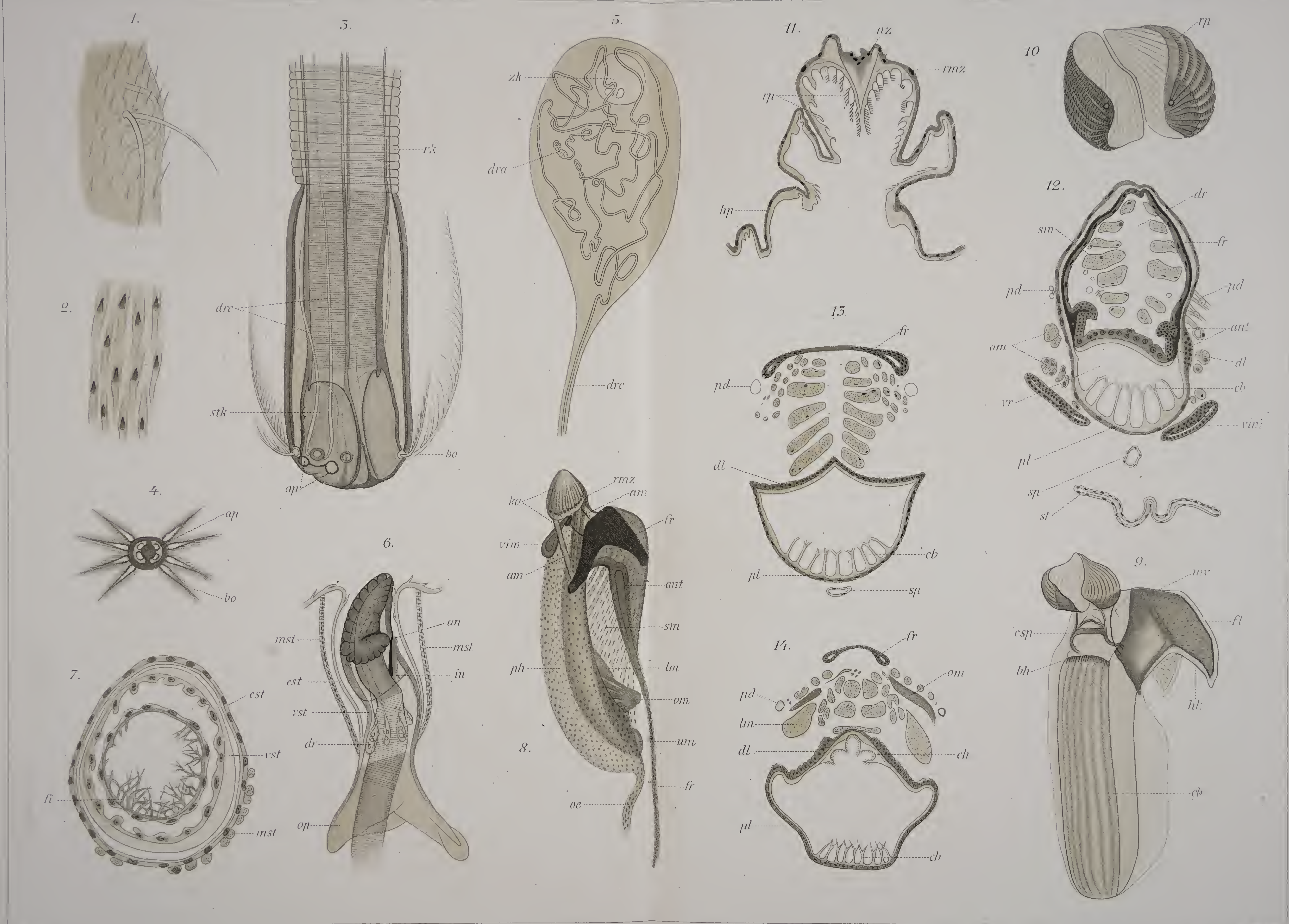
Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien.





B. Wahl del. Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.





B. Wahl del.

Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Inhalt.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

ARBEITEN

AUS DEN

ZOOLOGISCHEN INSTITUTEN

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

BEGRÜNDET VON

CARL CLAUS

FORTGEFÜHRT VON

Dr. KARL GROBBEN
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES I. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

Dr. BERTHOLD HATSCHEK
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES II. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

TOM. XII, II. Heft.

Mit 8 Tafeln und 2 Textfiguren.

WIEN 1900.

ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Früher sind erschienen:

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Herausgegeben von

Dr. C. Claus,

o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Institutes in Wien,
Director der zoologischen Station in Triest.

I. Band, 3 Hefte mit 33 Tafeln	Preis 44 M.	— Pf.
II. " 3 " " 23 Tafeln und 2 Holzschnitten	" 40 "	— "
III. " 3 " " 25 Tafeln und 2 Holzschnitten	" 43 "	60 "
IV. " 3 " " 33 Tafeln und 4 Holzschnitten	" 52 "	40 "
V. " 3 " " 31 Tafeln und 4 Holzschnitten	" 51 "	20 "
VI. " 3 " " 35 Tafeln	" 56 "	— "
VII. " 3 " " 29 Tafeln, 4 Zinkographien u. 7 Holzschn.	" 54 "	40 "
VIII. " 3 " " 30 Tafeln und 4 Holzschnitten	" 67 "	60 "
IX. " 3 " " 21 Tafeln	" 58 "	40 "
X. " 3 " " 37 Tafeln und 4 Holzschnitten	" 85 "	20 "
XI. " 1. Heft mit 8 Tafeln	" 18 "	— "

Arbeiten aus den Zoologischen Instituten der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Begründet von

Dr. C. Claus,

fortgeführt von

Dr. Karl Grobben
o. ö. Professor und Vorstand des I. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

und

Dr. Berthold Hatschek
o. ö. Professor und Vorstand des II. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

XI. Band, 2. Heft mit 11 Tafeln und 2 Textfiguren	Preis 26 M.	50 Pf.
XI. " 3. " " einem Portrait, 8 Tafeln und 9 Textfiguren	" 23 "	20 "
XII. " 1. " " 8 Tafeln und 10 Textfiguren	" 22 "	20 "

Beiträge zur Histologie des Amphioxus.

Von

Dr. med. **Heinrich Joseph,**

Assistenten am II. zoologischen Institut der Universität Wien.

(Mit Unterstützung der „Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen".)

Mit einer Tafel und zwei Textfiguren.

Als ich vor mehreren Jahren mit meinen Untersuchungen über das Achsenskelet des Amphioxus beschäftigt war, empfahl mir mein Lehrer und Chef, Prof. HATSCHEK, im Anschluss an diese Untersuchungen das ganze Bindegewebssystem dieses Thieres zu studieren. Leider gebrach es mir damals an der erforderlichen Zeit und an geeignetem Material, so dass dieses Unternehmen vorläufig unterblieb. Erst im Sommer des Jahres 1898 bot sich mir Gelegenheit zur Ausführung meiner Absicht, indem es mir ermöglicht wurde, die königliche biologische Anstalt auf Helgoland aufzusuchen; hier fand ich reichliches Material für meine Zwecke vor. Es ist mir eine überaus angenehme Pflicht, an dieser Stelle der verehrlichen Direction erwähnter Anstalt in Person des Herrn Prof. HEINCKE für die bereitwillige und wohlwollende Ueberlassung eines Arbeitsplatzes meinen ergebensten Dank abzustatten; nicht minder ist es mir ein Bedürfnis, für die liebenswürdige Aufnahme und Unterstützung, die ich an der Anstalt erfahren, meinen wärmsten Dank auszusprechen, ganz besonders dem Herrn Custos Dr. E. EHRENBAUM, der zur Zeit meines Aufenthaltes die Stelle des abwesenden Directors vertrat.

Das von mir benutzte Material wurde zunächst theils in lebendem, theils in lebensfrischem Zustande untersucht; hiebei leistete die vitale Färbung mittels Neutralroth einige wesentliche Dienste. Die Conservirung erfolgte in folgenden Flüssigkeiten: Sublimat

(concentrirt in destillirtem Wasser, in Seewasser und in physiologischer Kochsalzlösung), Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure, Flemming's Chromosmiumessigsäure (in der ursprünglich angegebenen Concentration und in der Modification nach Cori), Müller'sche Flüssigkeit, 2—4% Formaldehyd, Müller-Formol (9 Theile Müller'sche Flüssigkeit, 1 Theil Formol) und endlich 90%iger Alkohol. Ausserdem benutzte ich Thiere, die aus Neapel bezogen und in Sublimat-Eisessig, Pikrinsäuresublimat und Perenyi'scher Flüssigkeit conservirt waren. Die besten Präparate lieferten mir die Sublimatlösungen, Kleinenberg'sche und Perenyi'sche Flüssigkeit.

Die Objecte wurden fast durchwegs durch Xylol in Paraffin eingebettet, theils in ungefärbtem, theils in bereits gefärbtem Zustande. Geschnitten wurde in der Dicke von 4—8, selten bis 10 μ. Zum Aufkleben der Schnitte benutzte ich nur solche Flüssigkeiten, die eine Nachbehandlung der Schnitte mit alkoholischen und wässerigen Lösungen ohne Gefährdung der Serien gestatteten. Es waren dies einerseits 50%iger Alkohol, andererseits eine dünne Lösung von filtrirtem Hühnereiweiss (auf ungefähr 100 Tropfen Aqua dest. 1 Tropfen Eiweiss). Die Serien waren bei gehöriger Sorgfalt nach mehrstündigem Verweilen im Thermostaten bei einer Temperatur von ungefähr 38—40° C. tadellos gestreckt und fixirt und vertrugen weiterhin die complicirteste Behandlung ohne Schaden. Von dem von mehreren Seiten angegebenen Uebelstande, dass die mit blossem 50%igem Alkohol aufgeklebten Schnitte besonders bei längerem Verweilen in wässerigen Lösungen sich ablösten, merkte ich höchst selten etwas, vorausgesetzt, dass die Objectträger mit salzsaurem Alkohol sorgfältig gereinigt waren. Die Benützung der Eiweisslösung zum Zwecke besseren Haftens erwies sich so grösstentheils als eine überflüssige Vorsicht. Nachtheilig erwies sich die Eiweisslösung indessen niemals; vor allem blieb dank der geringen Concentration der unangenehme gefärbte Niederschlag von Eiweiss bei Färbungen auf dem Objectträger vollständig aus.

Wie wohl jeder aus Erfahrung weiss, lösen sich manchmal offenbar gut aufgeklebte Schnitte beim plötzlichen Uebergang aus absolutem Alkohol in Wasser infolge der auftretenden heftigen Flüssigkeitsströmungen los; dem begegnete ich in wirksamer Weise dadurch, dass ich die beschickten Objectträger, nachdem sie aus dem Xylol in absoluten Alkohol gekommen waren, zunächst in 96%igen, dann in 50%igen Alkohol und hierauf erst in Wasser brachte. Bei

dem nach der Färbung einzuschlagenden Rückwege ins Xylol ist diese Vorsicht nicht nöthig, da brachte ich die Schnitte aus dem Spülwasser direct in 96%igen, dann in absoluten Alkohol und von da in Xylol; der Einschluss erfolgte in dünnem Xylolcanadabalsam oder Damarlack.

Die ungefärbt geschnittenen Serien wurden zumeist in DELAFIELD'schem Hämatoxylin gefärbt, und zwar lieber in etwas verdünnten Lösungen, dafür längere Zeit. Der Differenzirung in salzsaurem Alkohol folgte eine Gegenfärbung in Eosin oder in Säurefuchsin und Orange oder endlich in dem VAN GIESON-schen Säurefuchsin-Pikrinsäuregemisch. Ferner wurde auch die HEIDENHAIN'sche Eisenhämatoxylinfärbung nebst den entsprechenden Vor- und Nachfärbungen vorgenommen. Der Vollständigkeit halber will ich auch der Anwendung der UNNA-TÄNZER'schen Orceinmethode und der neuen WEIGERT-schen Fuchsinmethode[1]) zur Darstellung des elastischen Gewebes gedenken, obwohl dieselben nur negative Resultate ergaben.

Bei der Stückfärbung benutzte ich aus mehrfachen Gründen nebst dem altbewährten CZOKOR'schen Cochenillealaun (nach RABL'S Vorschrift bereitet) und dem GRENACHER'schen Boraxcarmin hauptsächlich folgendes Verfahren der Durchfärbung mit Hämatoxylin, das mir sowohl bei der Untersuchung des in Rede stehenden, wie auch vieler anderer Objecte ausgezeichnete Dienste geleistet hat, und durch welches viele sonst verborgen bleibende histologische Details erst hervorgehoben wurden. Vielen Histologen dürfte das Verfahren übrigens nicht ganz neu erscheinen.

Dasselbe besteht einfach darin, dass die aus dem Aufbewahrungsalkohol in Wasser gebrachten, nicht allzu grossen Stücke nach dem Zubodensinken in eine stark verdünnte (etwa 1:25—30) Lösung von DELAFIELD'schem Hämatoxylin kommen; darin verweilen sie einen bis drei Tage, auch noch länger. Die Lösung färbt auf diese Weise selbst verhältnismässig grosse Stücke sehr gleichmässig durch, wobei es sich fast immer um eine ganz reine Kernfärbung handelt. Eine Ausnahme machen nur gewisse auch sonst in Hämatoxylin färbbare Substanzen, so z. B. die Knorpelgrundsubstanz und einige andere Dinge. Bei der Färbung ist vor allem darauf sehr zu achten, dass die Farblösung das Object von allen Seiten ordentlich berühre; so ist es gut, auf den Boden des Gefässes

---

[1]) Centralbl. f. allg. Path. u. path. Anat. 1898, IX, pag. 289.

Filtrirpapier oder noch besser die Stücke auf ein über dem Boden des Gefässes angebrachtes Gitter aus Draht oder grober Gaze zu legen.

Nach Ablauf der Zeit, deren Dauer sich nach der Concentration der Farbe, Grösse des Objectes und dessen sonstiger Beschaffenheit richtet und daher meist erst durch Erfahrung festgestellt werden muss, werden die Stücke flüchtig in Wasser abgespült, in Alkohol übertragen und durch Xylol in Paraffin eingebettet.

Diese Färbung gewährt viele bedeutende Vortheile, vor allem im Hinblick auf die weitere Behandlung. Abgesehen davon, dass eine Differenzirung mit Salzsäure bei der Reinheit der Färbung nicht nöthig ist, und infolge dessen kalkhaltige Gewebe so behandelt werden können, ohne die Kalkgebilde zu lösen, kommt vor allem eine Methode der Nachfärbung in Betracht, die mir die schönsten Präparate geliefert hat, nämlich die van Gieson'sche Pikrinsäure-Säurefuchsinmethode.

Bekanntlich muss man hiebei die Färbung mit Hämatoxylin (die vorschriftsmässigerweise am Schnitte erfolgt), so weit treiben, dass eine starke Ueberfärbung stattfindet, um der entfärbenden Wirkung der Pikrinsäure zu begegnen; ferner hat die ursprüngliche van Gieson'sche Methode den Nachtheil, dass meist die Farbe des Hämatoxylins stark verändert wird, die Kerne zeigen eine schmutzigblaue bis braune Färbung, was der Schönheit der Präparate grossen Eintrag thut. Diese Uebelstände fallen bei unserem Vorgang weg. Die Hämatoxylinfärbung ist hier, trotzdem sie keine übermässige, sondern, wie erwähnt, meist reine Kernfärbung ist, eine so fest haftende und unveränderliche, dass die Pikrinsäure nicht imstande ist, irgend welche Veränderung in der Intensität oder Nuance des Blau hervorzubringen. Man erhält auf diese Weise Präparate, die nicht blos zu den schönsten und farbenprächtigsten gehören, die ich kenne, sondern die auch in Bezug auf histologische Differenzirung hohen Ansprüchen genügen.

Was die Zusammensetzung des Pikrinsäure-Säurefuchsingemisches betrifft, so benutzte ich die ursprünglich angegebene Lösung und setzte derselben je nach Bedarf (die Erfahrung muss auch dies lehren) öfters einen Ueberschuss des einen oder des anderen Bestandtheiles hinzu. Die in neuerer Zeit gemachten quantitativen Vorschriften, die übrigens vor allem für Celloidinschnitte gelten, fanden meinerseits vorläufig noch keine Anwendung; denn ich weiss genugsam, dass wenigstens fast jedes der von mir untersuchten Objecte ein anderes Mischungsverhältnis erfordert (auch die Conservirung hat eine grosse Bedeutung hiefür) und weiters erschien mir eine

schärfere Differenzirung der Gewebe, als ich sie ohnedies erhielt, gar nicht mehr wahrscheinlich.

Nicht allein manche der im folgenden beschriebenen Befunde verdanke ich dem geschilderten Verfahren, auch bei anderweitigen Untersuchungen, über die ich zum Theil noch zu berichten hoffe, lieferte dasselbe interessante Effecte; ich will hier nur hervorheben, dass mittels desselben (d. h. eigentlich nur mittels des Hämatoxylins) sich die Primitivfibrillen in Nervenfasern und die Fibrillengitter in Ganglienzellen bei Würmern, ferner die Nisslkörper in Ganglienzellen von Wirbelthieren sehr schön darstellen liessen.

Diese Methode, die ich bereits vor längerer Zeit ohne genauere Kenntniss der Apathy'schen Arbeiten über das leitende Element im Nervensystem angewandt hatte, scheint mir eigentlich im Wesen etwas Aehnliches zu sein wie Apathy's Hämateinmethode, wobei ich natürlich zugebe, dass letztere in Bezug auf die Darstellung der feineren Structuren im Nervensystem die bei weitem vorzüglichere ist.

Apathy selbst rühmt ja, und mit Recht, auch seiner Methode nach, dass dieselbe in solchen Fällen, in denen sich die leitende Nervensubstanz nicht gefärbt hat, trotzdem Bilder liefert, die in Bezug auf histologische Darstellung anderer Gewebe vortrefflich sind.

Vorliegende Mittheilungen beziehen sich hauptsächlich auf das Bindegewebe und nur gelegentlich ist des Zusammenhanges halber auch auf andere Structuren Rücksicht genommen.

Als bindegewebsartige Bildungen will ich hier auch den zelligen Inhalt der Chorda und der Mundcirren sammt den dazu gehörigen Basalmembranen betrachten.

Nach den Ergebnissen, zu denen mich die von mir angewandten Methoden geführt haben, möchte ich für das Bindegewebe des Amphioxus folgende Eintheilung vorschlagen, wobei ich mich hauptsächlich nach dem färberischen und physikalischen Verhalten der einzelnen Gewebe richte.

Eine besondere Stellung nehmen

1. der Inhalt der Chorda und

2. der zellige Inhalt der Mundcirren sammt ihren Basalmembranen ein.

Weiterhin hätten wir dann zu unterscheiden:

3. Fibrilläres, leimgebendes (A. Schneider, v. Ebner) Bindegewebe, wie es z. B. die Chordascheibe und einen Theil der Haut zusammensetzt. Dasselbe färbt sich mit Säurefuchsin lebhaft roth.

4. Gallertige Substanz, wie sie z. B. in den Flossenstrahlen, in grossen Mengen an gewissen Stellen in der Haut und noch an anderen Orten vorkommt, färbt sich bei der Hämatoxylindurchfärbung schwach blau, etwa ähnlich wie die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, ohne dass die nachfolgende Pikrinsäurebehandlung eine nennenswerthe Veränderung im Farbenton hervorruft.

5. Ein Gewebe, welche nur an einigen Stellen des Amphioxuskörpers vorkommt, indem es gewisse Skeletstücke formirt (Kiemenstäbe, Velumfäden, Mundcirren), ausgezeichnet durch die ganz besondere Färbbarkeit mit Pikrinsäure.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen will ich gleich an die Schilderung der Bauverhältnisse in der Haut schreiten und die Ansicht darlegen, die ich mir hievon aus den verschiedenen Angaben und Meinungen der Autoren, sowie meinen Beobachtungen zurechtgelegt habe.

Die Epidermis, die schon in älteren Arbeiten vielfach und oft recht zutreffend geschildert ist, gewinnt jetzt durch einige hinzugekommene Thatsachen neues Interesse. Vor längerer Zeit bereits hat Hatschek auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass in einem gewissen Stadium die anfangs cylindrischen Ectodermzellen sich abplatten, um nachher wieder cylindrische Form anzunehmen. Hiebei konnte er feststellen, dass die Kerne während der Abplattung ringförmig wurden und dann wieder zur Kugelform zurückkehrten.

Ballowitz hat im Anschluss an seine Untersuchungen am Salpenepithel der Sache nachgeforscht und es sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieses Ringförmigwerden der Kerne ein mechanischer Effect der Zellsphäre sei, die bei der Abplattung der Zelle in den Kern hineindränge. Thatsächlich hat auch Ballowitz in den Epidermiszellen des Amphioxus Centrosom und Sphäre in einer für obige Vermuthung sprechenden Lage zum Kerne nachgewiesen. Ich möchte aus meiner Erfahrung noch Folgendes hinzufügen. Bei der vitalen Färbung mit Neutralroth zeigten sich sämmtliche Epidermiszellen mit verhältnismässig groben, roth gefärbten Körnchen erfüllt, welche aber nur die Peripherie der Zelle einnahmen. Die Achse der Zelle entsprechend dem basal liegenden Kerne und einem annähernd gleich grossen und gleich geformten Bezirk nach auswärts vom Kern war körnchenfrei. Im Zusammenhalt mit den Befunden an gefärbten Schnitten kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die über dem Kerne liegende helle, körnchenfreie rundliche Stelle der Zellsphäre

entspricht. An nach gewöhnlichen Methoden gefärbten Schnitten kann man ebenfalls oft diese Stelle als helles, rundliches, nicht ganz scharf umschriebenes Gebilde erkennen, an nach HEIDENHAIN mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten in demselben ohne Mühe ein anscheinend einfaches, intensiv schwarz gefärbtes kleines Korn — ein Centrosom — unterscheiden, das meist sehr nahe am Kerne liegt.

Einen höchst merkwürdigen Befund machte ich jedoch an den Epidermiszellen zunächst mittelst der Hämatoxylindurchfärbungsmethode, dann auch mit anderen Färbungen, z. B. mit wässeriger Thioninlösung.

Die Verhältnisse, die sich auf diese Weise darboten, werden durch die Fig. 1, 2, 3 und 5 illustrirt.

Wie man an Fig. 3 sehen kann, fand sich unter dem Epithel, der darauffolgenden Bindegewebsschicht dicht anliegend eine sehr deutliche, tief dunkelblau gefärbte Schicht, die stellenweise im Präparate den Zusammenhang mit den Epithelzellen aufgegeben hatte. Wahrscheinlich haben wir es mit einer echten Basalmembran zu thun (d. h. mit einer vom Epithel selbst erzeugten subepithelialen Schichte), umsomehr, wenn wir die nun folgenden Befunde berücksichtigen. Wie schon von anderen angegeben, schrumpfen die Epidermiszellen des Amphioxus sehr leicht, so dass zwischen den einzelnen mehr oder weniger breite Lücken entstehen. Die erwähnte Basalmembran hat nun in vielen, ja in den meisten Präparaten diese Schrumpfung mitgemacht, indem sie in lauter kleine Stücke, entsprechend der Basalfläche einer jeden Epithelzelle zerfällt (Fig. 1, 2, 5).

Abbildung 1.



Drei Epidermiszellen nach HEIDENHAIN gefärbt. Zeiss Apochr. hom. Imm. 2 Mm., Comp. Oc. 6.

Dieser Umstand weist doch mit aller Bestimmtheit auf eine enge genetische und anatomische Zusammengehörigkeit der Epithelzellen und der erwähnten Bildung hin und rechtfertigt hinreichend die Bezeichnung derselben als Basalmembran. Zu bemerken wäre noch im Besonderen, dass die Färbung dieser Basalmembran wenn auch meistens, so doch nicht immer glückte; anscheinend ist dies von der Dauer der Färbung abhängig. So ist z. B. in Fig. 4, die den Querschnitt eines Mundcirrus darstellt, nichts davon zu sehen, während in Fig. 5 ein gleichartiges Gebilde im Längsschnitt, jedoch aus einer anderen Serie, dieses Detail mit aller Deutlichkeit erkennbar ist. Auch die

wechselnde Dicke der Basalmembran an verschiedenen Körperstellen dürfte auf deren Sichtbarkeit von Einfluss sein.

Dieser Befund scheint mir besonders im Hinblick auf das Bestreben einiger Autoren, die erste Schicht der Cutis als Basalmembran des Epithels aufzufassen, von Bedeutung.

Derartige Vorkommnisse von einer besonders differenzirten basalen Schicht in Epithelzellen mögen vielleicht schon mehrfach an den verschiedensten Epithelien gemacht worden sein. In einem mir gerade erinnerlichen derartigen Falle sind es die basalen Zellen vom äusseren Hornhautepithel des Frosches, an welchen Rollett[1]) einen solchen „Fusssaum“ beschreibt und abbildet. Die Abbildung erinnert sehr an das von mir erwähnte Verhältnis.

Eine Mittheilung, die auf ein im höchsten Grade auffallendes Verhältnis hinweist, verdanken wir in der neuesten Zeit Retzius. Dieser fand, wenn er die Amphioxushaut mit Silber behandelte, unter der Epidermis gelegen eine geschwärzte netzartige Zeichnung, die ganz mit der Endothelzeichnung etwa eines Blutgefässes übereinstimmt, wobei die einzelnen Maschen ein Areal bedeckten, das die Basalfläche der einzelnen Epidermiszelle um ein Vielfaches übertraf. Nach den hievon gegebenen Abbildungen handelt es sich um eine Structur von thatsächlich grosser Regelmässigkeit und Endothelähnlichkeit, doch ist es Retzius nie gelungen, Kerne in diesen vermeintlichen Endothelzellen nachzuweisen, auch ich konnte bei meinen Färbungen niemals Kerne sehen, die ich hätte hierauf beziehen können.

Von der Silberzeichnung war es mir überhaupt nicht möglich, Präparate herzustellen, da ich zur Zeit, als Retzius' Mittheilung erschien, nur mehr über conservirtes Material verfügte und mehrfach angestellte Versuche mit Silberlösungen ein negatives Resultat ergaben.

Ich meinerseits könnte mich schwer dazu entschliessen, so lange nicht zwingendere Gründe vorliegen, mich für das Vorhandensein eines direct unter der Epidermis gelegenen Endothelhäutchens auszusprechen, und würde trotz der Regelmässigkeit des Netzwerkes, das die Zellgrenzen repräsentiren soll, mindestens an eine andere nichtzellige Structur (von der ich aber gar nichts mit anderen Methoden wahrnehmen konnte), wenn nicht an ein Kunstproduct hiebei denken.

Auf die Epidermis folgt zunächst eine Schichte, über deren Natur die Meinungen der Autoren stark auseinandergehen. Die

[1]) Stricker's Handbuch der Gewebelehre. Ueber die Hornhaut.

Dicke derselben schwankt innerhalb enger Grenzen, in vielen Fällen der Höhe der Epidermiszellen nachstehend, erreicht sie dieselbe manchmal nur in einzelnen besonderen Fällen erlangt sie eine bedeutendere Mächtigkeit. Doch scheint mir aus mehreren Anzeichen hervorzugehen, dass in Rede stehende Schicht sehr leicht einer Schrumpfung anheimfällt und man aus diesem Grunde die Dicke, der man auf Schnitten begegnet, als eine durch erwähnten Umstand mehr oder weniger reducirte ansehen soll. (Siehe auch weiter unten.)

Die Controverse dreht sich hier um die Frage: Ist diese Schichte als Basalmembran oder als mesodermales Cutisbindegewebe anzusehen?

Während eine Anzahl Forscher, von denen ich Stieda, Rolph, Ray-Lankester und Pouchet nennen will, für die Auffassung als Cutis eintreten, spricht Langerhans davon als von einer Grenzlamelle, und haben sie Hatschek und im Anschluss an ihn Spengel in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Kiemen des Amphioxus als Basalmembran der Epidermis erklärt. Indessen ist Hatschek schon seit längerer Zeit, und zwar aus zum Theil den gleichen Gründen, wie ich sie sofort darlegen werde, von dieser Ansicht abgekommen (laut persönlicher Mittheilung), ja er hat schon gelegentlich oben citirten Vortrages die Möglichkeit, dass man es mit einer Cutisschicht zu thun habe, zugegeben.

Ich möchte mich ganz entschieden dafür aussprechen, der Schichte den Charakter der Cutis zuzusprechen, und zwar speciell nach dem Vorgange Hatschek's, in ihr allein den Repräsentanten der Cutis s. str. sehen und die tiefer liegenden Schichten der Subcutis zuzurechnen. Bevor ich zur näheren Charakterisirung und zur Darlegung der Gründe für die hier geäusserte Ansicht übergehe, will ich noch die übrigen Schichten der Haut kurz berühren.

Der Einfachheit halber wollen wir die hier besprochene Schicht als Lage I (der Cutis im weiteren Sinne) bezeichnen. Wir werden in Hinkunft am besten thun, statt des Ausdruckes „Cutis im weiteren Sinne" uns der Bezeichnung Dermalschichte zu bedienen, worunter wir alle Schichten der Haut mit Ausnahme des Epithels und der Basalmembran verstehen wollen.

Auf die Lage I folgt eine weitere, die wir als II benennen wollen, diese wird schon von den früheren Autoren ziemlich übereinstimmend als gallertig oder gelatinös dargestellt. Ueber ihre besondere Eigenschaften und ihre sehr wechselnde Vertheilung weiter unten.

Auf die Lage II folgt eine Lage III und auf diese endlich das Epithel des Cutisblattes oder besser Dermalblattes, welches als continuirlicher zelliger Ueberzug der Haut innen aufliegt und ihren sämmtlichen tiefen Fortsetzungen folgt.

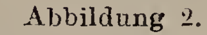
Lage I und III stimmen in Bau und Eigenschaften vollkommen überein. Sie bestehen, wie früher schon vielfach beschrieben, aus zwei aufeinander senkrecht stehenden Fasersystemen, die in mehrfachen Schichten angeordnet sind. Die Fasern verlaufen diagonal zur Längsrichtung des Körpers, der von beiden Systemen eingeschlossene rechte Winkel steht so, dass er von der Längsachse ungefähr halbirt wird. Beiden Schichten ist die starke Färbbarkeit mit Säurefuchsin gemeinsam und sie stehen sogar, wie noch ausgeführt werden soll, durch Substanzbrücken in Verbindung.

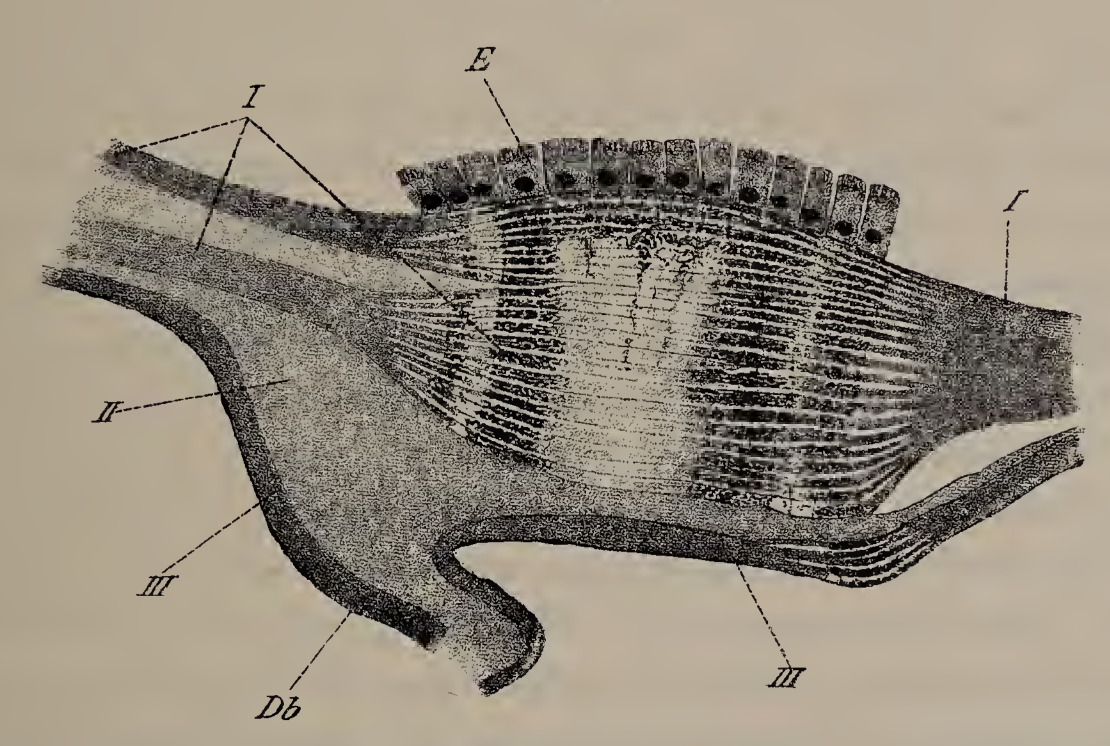
Die Masse dieser beiden Schichten ist ohne Zweifel, wie schon in vielen älteren Abhandlungen angedeutet, gewöhnliches fibrilläres, leimgebendes Bindegewebe.

Ueber die Dicke der Schicht III hätten wir noch nachzutragen, dass sie meist geringer erscheint als die von I, ja dass sie oft sehr schwer, sogar auch gar nicht nachgewiesen werden kann (auch an Stellen, wo man sie der Continuität halber erwarten sollte). Doch spielt auch hier ebenso wie bei I Schrumpfung eine grosse Rolle, was vielleicht die Schwierigkeit und Unmöglichkeit des Nachweises erklärt.

Wie ich bereits oben erwähnte und hier nochmals betonte, sprechen viele Anzeichen dafür, dass der Vorgang der Conservirung und Einbettung die fibrillären Hautschichten zur Schrumpfung veranlasst und infolgedessen deren Dicke an den Schnitten geringer erscheinen lässt, als es der Wirklichkeit entspricht. Ein merkwürdiges Vorkommnis, dem ich manchmal in meinen Präparaten begegnete, und das durch nebenstehende Abbildung illustrirt werden soll, legt hiefür Zeugnis ab. An den betreffenden Stellen erschienen die Schichten I und III, vor allem aber erstere, im Vergleich zu den benachbarten Stellen bedeutend dicker und zeigten deutlich die Zusammensetzung aus einzelnen Blättern, welche ihrerseits als Ausdruck ihrer fibrillären Zusammensetzung eine feine Punktirung aufwiesen. Wir sehen auf der Abbildung die Schichte I in grösserer, III in geringerer Ausdehnung das geschilderte Verhalten zeigend. Dabei ist auffallend, in welcher Weise die Punktirung angeordnet ist. Sie füllt nicht die ganze Fläche gleichmässig aus, sondern zeigt die deutliche Tendenz, sich in bandartigen, zur Haut

senkrechten Streifen, die an ihren Rändern nicht scharf abgegrenzt sind, anzuordnen. Die Punkte (Fibrillenschiefschnitte) zeigen einen auffallenden Glanz und tragen am meisten dazu bei, derartige Stellen auffallend und kenntlich zu machen. Ueber das Zustandekommen dieser merkwürdigen Erscheinung bin ich ganz im unklaren. Vielleicht ist folgende Deutung möglich. Ich habe selbstverständlich auf die Entwässerung und Aufhellung der zum Schneiden bestimmten Stücke grosse Sorgfalt verwendet. Nichtsdestoweniger vermuthe ich, dass durch irgend welche uncontrolirbare Umstände die Entwässerung an einzelnen Stellen (es betraf immer nur die Haut und die Chordascheide) nicht vollständig erfolgte und hie-


Abbildung 2.



Von einem Querschnitt eines Helgoländer Exemplares. Haut an der Ursprungsstelle eines Myoseptums. Zeiss Apochr. 4 Mm., Comp. Oc. 6.
E Epidermis mit Basalmembran. *I* Cutis, in der Mitte das nebenstehend geschilderte Verhalten zeigend, links und rechts davon geschrumpft, links in zwei Blätter gespalten (Kunstproduct). *II* gallertige Schicht der Subcutis. *III* fibrilläre Schicht der Subcutitis. *Db* Dermalblatt.

durch gewisse weitere Veränderungen bei der Aufhellung und Einbettung verhindert wurden. Der optische Eindruck erinnert einigermassen an den, welchen nicht gehörig entwässerte Schnitte im Balsam machen. Jedenfalls glaube ich, dass durch diesen technischen Fehler ein wünschenswerther, genauerer Einblick in die thatsächlichen Dimensionsverhältnisse der Schichten und deren Bau ermöglicht wurde.

Beide Lagen sind zellenfrei; nur gewisse Theile, die man als tiefe Fortsetzungen von III ansehen kann (auf Grund des bestehenden continuirlichen Ueberganges), wie z. B. die Bogenbasen der Wirbelsäule, enthalten manchmal Kerne, wie ich dies schon in

meiner Abhandlung über das Achsenskelet des Amphioxus hervorgehoben habe.

Die auffallende Uebereinstimmung im histologischen Bau ist es, welche zu allernächst darauf hindeutet, dass die beiden Lagen desselben Ursprunges seien, wozu die noch zu beschreibenden Verbindungsbrücken beitragen. Von der Schichte III gilt es allgemein als feststehend, dass sie als echte mesodermale Bildung dem Grenzepithel der Dermalschichte ihre Entstehung verdankt und mit fast zwingender Nothwendigkeit werden wir zu der Annahme gebracht, dass es mit I dieselbe Bewandtnis habe. Hiezu kommt noch als bedeutungsvolles Moment die oben geschilderte neu entdeckte Schichte zwischen Epithel und Lage I, die wohl sicher als Basalmembran gedeutet werden muss. Eine zweite darunterliegende Basalmembran anzunehmen, die noch dazu histologisch mit tieferen Bildungen so strenge übereinstimmt, dafür liegt kein einziger zwingender Grund vor. Die Sache liegt hier ganz analog wie bei der sogenannten Chordascheide des Amphioxus. Auch hier konnte ich durch den Nachweis einer eigenen Basalmembran der Chorda, auf Grund der Uebereinstimmung im Bau der Chordascheide mit dem corticalen Bindegewebe und auf Grund der innigen Verbindung beider Schichten den Satz aufstellen, dass die von früheren Autoren als Chordascheide bezeichnete Bildung des Amphioxus dem mesodermalen Bindegewebe zuzurechnen sei, und dass, den Fall gesetzt, dass die Chordascheide der höheren Thiere sich als chordaeigene Bildung erweise (was ich heute als feststehend betrachte), diese ihr Homologon nur in der sogenannten Cuticula chordae (oder Elastica interna) des Amphioxus zu suchen habe. (Auf die Bezeichnung Elastica interna und deren Berechtigung will ich noch einmal zurückkommen.) Unterschiede zwischen beiden Lagen ergeben sich nur im Hinblicke auf ihre Anordnung und ihre Beziehung zu anderen Geweben und Organen.

Die Lage I zieht continuirlich, ohne Fortsätze in die Tiefe zu senden, über den ganzen Körper des Thieres hin, überall dem Epithel folgend. Und dies ist der Grund dafür, sie den Schichten II und III, die ein anderes Verhalten zeigen, gegenüberzustellen und allein als Cutis im engeren Sinne zu bezeichnen, während II und III, welche sich in die Tiefe hinein fortsetzen, zusammen als Subcutis betrachtet werden sollen. Die Lage III schlägt sich (selbstverständlich mit dem Matrixepithel) an gewissen Stellen, z. B. den Myosepten und longitudinalen Septen, in Form eines Doppelblattes in die Tiefe um und breitet sich an den inneren Organen,

z. B. am Nervensystem, Chorda u. s. w., aus. Die aufsteigenden sensiblen Nerven gelangen auf diese Weise zwischen den Blättern von III direct in die Lage II und müssen nun, um zum Epithel zu gelangen, die Schichte I durchbohren; dies bewirkt wiederum einen Unterschied zwischen I und III. Letztere wird nicht durchbohrt, sondern schliesst die Nerven gleichsam von ihrem Ursprunge an zwischen ihren in die Tiefe fortgesetzten Blättern ein. An Flächenpräparaten der Haut kann man diese Verhältnisse sehr leicht überblicken. Beide Schichten erscheinen in ganz übereinstimmender Weise zusammengesetzt aus sehr dünnen, sich senkrecht kreuzenden Fibrillen. Die in II parallel der Oberfläche verlaufenden Nervenstämme entsenden jedoch aufsteigende Aeste gegen die Cutis, welche dieselbe durchbohren. Um die Durchtrittsstellen treten die Cutisfibrillen eine Strecke weit etwas schärfer hervor, so dass eine auffallende kreuzartige Figur um jedes Nervenästchen entsteht, wie dies auch schon von früheren Autoren dargestellt worden ist.

Das geschilderte Verhältnis ist das typische, wenigstens für alle niederen Wirbelthiere. Ueberall folgt die Cutis in auf grössere Strecken gleichbleibender Dicke dem äusseren Epithel, ohne Beziehung zu den Myosepten. Die Subcutis hingegen ist es, welche wie bei Amphioxus sich in die Tiefe fortsetzen und vielerlei Modificationen in ihrer Anordnung annehmen kann. Bei den höheren Wirbelthieren verwischt sich dann die Grenze zwischen Cutis und Subcutis, die gallertige Substanz tritt mehr in den Hintergrund zu Gunsten der fibrillären Substanz, und eine Trennungslinie zwischen beiden Lagen ist nur annähernd festzustellen.

Es erübrigt uns noch, die als Lage II bezeichnete gallertige Schicht eingehender zu besprechen und deren feineren Bau festzustellen. Sie stellt eine vollkommen homogene Masse dar, die durch ihre Färbbarkeit mit Hämatoxylin sich von den sie einschliessenden Schichten I und III deutlich abgrenzt. Bei nicht allzu starker Einwirkung des Hämatoxylins erscheint sie in einer blassblauen Farbe, ähnlich etwa wie die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, was schon A. Schneider hervorhebt. Doch ist sie in Bezug auf ihre Consistenz von demselben grundverschieden und steht auch sonst in keinerlei Beziehung zu demselben, was ja schon aus ihrer Vertheilung im Körper (wenigstens im Bereiche der Haut) ziemlich ausgeschlossen erscheint.

Die Mächtigkeit der Gallerte schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen; auch hier will ich im vorhinein bemerken, dass sie der

Schrumpfung im höheren oder geringeren Grade bei der Conservirung und Verarbeitung zu Schnitten unterliegt.

Während sie in den meisten Gegenden der Körperoberfläche die Schichten I und III um ein Mehrfaches (2- bis 3mal und mehr) an Dicke übertreffen kann, begegnet man oft Stellen, wo sie sich nur als ganz dünner, oft schwer nachweisbarer Streifen zwischen den beiden fibrillären Stratis vorfindet, ein Umstand, der vielleicht zum Theile auf Schrumpfung beruht und Stieda veranlasste, ein Fehlen der Gallerte an gewissen Stellen anzunehmen, was jedoch bereits Langerhans wiederlegte.

An einer Stelle der Körperoberfläche schwillt nun diese Gallerte, wie schon lange bekannt, mächtig an, nämlich im Bereiche der Peribranchialfalten, und hier ist auch der Ort, wo man ihre genaueren Details, die am übrigen Körper lange nicht so deutlich und so zahlreich hervortreten, studiren kann.

Die Gallerte wird hier, was übrigens auch im geringeren Masse im übrigen Hautbereich statthat, von senkrecht verlaufenden Strängen durchzogen, welche die beiden fibrillären Schichten mit einander verbinden. Diese Stränge waren bereits vielfach Gegenstand der Beobachtung und wurden von einigen, z. B. Rolph und Hatschek, als elastische Fasern bezeichnet. Ihr Verlauf ist in den Präparaten meist ein etwas welliger oder besser spiraliger, seltener ein gestreckter. Es ist wohl anzunehmen, dass dies wenigstens grossentheils ein Schrumpfungseffect ist, indem die Gallerte an Dicke verliert und die sie durchziehenden Stränge sich irgendwie zusammenlegen müssen, da ihre Fähigkeit zum Schrumpfen eine viel geringere ist (eine Ansicht, die übrigens bereits auch Rolph geäussert hat).

Was ihre histologische Natur betrifft, so lehrt die Anwendung der neueren specifischen Färbungen für elastisches Gewebe, dass wir es hier mit keinem solchen zu thun haben. Hiebei sei bemerkt, dass sich auch die sonst als elastisch bezeichneten Bildungen bei Amphioxus und viele auch bei anderen Thieren auf Grund dieser Methoden als nicht elastisch erwiesen haben, so z. B. die Cuticula chordae bei Amphioxus, für die ich auch aus diesem Grunde lieber diesen Namen statt des früher von anderen und von mir gebrauchten: „Elastica interna“ beibehalten möchte.

Weder mit der Unna-Tänzer'schen Orceinmethode, noch mit der neuen vorzüglichen, weil ganz einfachen Weigert'schen Fuchsin-Resorcinfärbung gelingt es, im Körper des Amphioxus elastisches Gewebe nachzuweisen.

Die die Gallerte durchquerenden Stränge erweisen sich vielmehr im Gegensatze zu den früheren Ansichten auf Grund ihres mikroskopischen und färberischen Verhaltens als ganz aus derselben Substanz aufgebaut wie die oben geschilderten Schichten I und III der Haut, als echtes sehr fein fibrilläres, leimgebendes Bindegewebe; wir haben es auch nicht mit Fasern, sondern mit Fasersträngen zu thun, die aus feineren Fasern von der Natur der die Schichten I und III zusammensetzenden bestehen. Im Gegensatze zu manchen der früheren Darstellungen ist auch hervorzuheben, dass sie thatsächliche Verbindungen zwischen der Fasersubstanz der Schichten I und III darstellen. An allzu dünnen Schnitten ist dies selbstverständlich nicht immer zu sehen, da man bei dem nicht gestreckten Verlaufe nebst einigen wirklich ganz durchziehenden einerseits Stränge sehen kann, die mit keiner, andererseits auch solche, die mit bloss einer fibrillären Schichte in Verbindung zu stehen scheinen. An dickeren Schnitten findet man dann relativ viel mehr Stränge, die beide Schichten erreichen. Infolge des geschlängelten Verlaufes erscheinen oft blos kurze Längs-, Quer- oder Schiefschnitte der Bündel in der Gallerte.

Ist auch eine im histochemischen Sinne berechtigte Benennung dieser Faserbündel als elastische nicht zulässig, so stehe ich nicht an, dieselben functionell dem elastischen Gewebe in der Haut der höheren Wirbelthiere an die Seite zu stellen. Wie bei letzteren die elastischen Netze der Cutis und der Unterhaut dazu dienen mögen, eine Art Skelet herzustellen, um die Haut bei ihren vielen passiven Bewegungen und Verschiebungen in ihrer Form zu erhalten, so dürften die senkrechten Faserbündel der Amphioxushaut einen ähnlichen Zweck zu erfüllen haben, nämlich die sonst nur durch die nachgiebige Gallerte verbundenen Fibrillenschichten fester aneinander zu fügen und der Gallerte selbst eine festere Stütze zu verleihen. Für die Mechanik der schlängelnden Bewegungen des Thieres mag diese skeletähnliche Stützvorrichtung eine grosse Bedeutung haben.

Die Gallertschichte enthält fernerhin die zur Haut gehörigen Nerven, die als stärkere Stämmchen parallel der Oberfläche darin verlaufen und auf die oben beschriebene Art die Cutis durchbohrende Aestchen zur Epidermis senden.

Endlich verlaufen hier auch die vielstudirten und wohl von Stieda am besten dargestellten Canäle, ausgekleidet von einem flachen Epithel; besonders entwickelt ist dieses Canalsystem in den

Peribranchial- und Seitenfalten, sowie in den Flossensäumen. Besondere Structureigenthümlichkeiten sind von diesen Canälen nicht zu bemerken, das Epithel stimmt vollkommen mit dem Matrixepithel der Dermalschichte überein.

Oft hat es den Anschein, als ob in der Gallertschichte einzelne Kerne vorhanden wären, also gleichsam Bindegewebskörperchen, die sich aus dem Verbande der Matrix gelöst haben und in die Tiefe gerückt sind, ähnlich wie ich dies von den Bogenbasen der Wirbelsäule beschrieben habe. In der Haut scheint mir die Sache jedoch anders zu liegen. Die Vorkommnisse von derartigen Zellen sind überhaupt ziemlich selten und lassen sich wahrscheinlich oft auf tangential angeschnittene oder collabirte Canäle oder als deren blinde, etwa in eine einzige gestreckte Zelle auslaufende Enden zurückführen.

Andere von diesen Kernen, vor allem jene, die man öfter dicht unter der Cutis (Fig. 1) beobachten kann, gehören ohne Zweifel feinen Nervenästchen an. Uebrigens halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die Einwucherung des Matrixepithels in die Gallerte sowohl, als auch in die Bogenbasen der Wirbelsäule in Form des Canalsystems ein Vorläuferstadium der Auflösung des Epithels in einzelne Bindegewebskörperchen darstellt, und dass diese Tendenz in der Wirbelsäule um einen Schritt weiter gediehen ist als in der Haut, indem sich hier bereits einzelne zweifellos isolirte Bindegewebszellen nachweisen lassen.

Wenn ich Ray Lankester recht verstehe, so will er die von zelligen Röhren durchzogene Gallertschicht direct als eine Art von Knorpel ansehen, eine Ansicht, der ich mich nicht anschliessen möchte.

Spengel gedenkt auch der oben geschilderten scheinbar vereinzelten Kerne und möchte die Gallerte für zellenhaltig erklären.

Wenn, wie dies z. B. bei den Myosepten und den longitudinalen Septen der Fall ist, sich die unterste als Lage III bezeichnete Schichte in zwei Blättern in die Tiefe senkt, so sieht man überall deutlich auch die Gallerte dazwischen mitziehen (Fig. 2). Meist kann man die letztere aber nur ein Stück weit deutlich in die Tiefe verfolgen, indem sie anscheinend blos den Zwickel, den die beiden Bindegewebsplatten einschliessen, ausfüllt, um dann zugeschärft zu endigen. Die Bindegewebsblätter scheinen sich dann eng aneinander zu legen oder zu vereinigen (Fig. 2).

Aber schon aus dem Umstande, dass dieser Zipfel der Gallerte an verschiedenen Stellen sehr verschieden weit sich zwischen die beiden Platten einschiebt und eingedenk des Umstandes, dass auch hier Schrumpfung eingetreten sein und eine dünne Gallertschicht dem Auge entziehen kann, endlich aus der Thatsache, dass die Bindegewebsplatten in der Tiefe wieder auseinanderweichen und die Gallerte an solchen Stellen in grosser Mächtigkeit wieder auftritt (Ligamentum longitudinale dorsale superius, sogenannte Flossenstrahlen), dürfen wir an eine Continuität der oberflächlichen und der tiefen Gallertmassen glauben. Diese Erstreckung in die Tiefe ist auch der Grund dafür, dass wir die Schichte I allein als Cutis, die Schichte II und III zusammen als Stratum subcutaneum bezeichnen möchten.

Wie in der Haut die Gallerte bereits von den senkrecht aufsteigenden Abzweigungen der fibrillären Schichten durchzogen wird, die aber zu scharf abgegrenzten Bündeln vereinigt durchlaufen, so ist dies in noch höherem Grade in den tiefen Gallertanhäufungen der Fall, indem hier die dieselben durchquerenden Fasermassen viel weniger scharf abgegrenzt als einzelne Fasern im mannigfach sich kreuzendem und durchflechtendem Verlauf erscheinen (Lig. longit. dors. sup., Bogenbasen).

In den Flossenstrahlen, welche dadurch entstehen, dass der aus dem epithelialen Dermalblatt und der Schichte III bestehende Boden der sogenannten Flossenhöhlen durch die mächtige Entwicklung der Gallerte in die Höhle vorgetrieben wird, bleibt die Gallerte meist frei von Fasern, hingegen findet man vielfach Einwucherung von zapfen-, strang- oder röhrenförmigen Fortsätzen des Matrixepithels.

Im Anschlusse an die eben geschilderten Verhältnisse und die daraus abgeleiteten Deutungen dürfte es nicht uninteressant sein, einige Gebilde des Amphioxuskörpers zu untersuchen, die von skeletartigen Substanzen gestützt werden. Es werden dies vor allem der Mundcirrenapparat, das Velum und der Kiemenapparat sein, während ich in Bezug auf die Chorda der Beschreibung, die ich und später v. Ebner gegeben haben, im wesentlichen kaum etwas hinzuzufügen habe.

Gehen wir bei dem histologischen Studium des Mundcirrenapparates von dem Querschnittsbild eines Mundcirrus oder -tentakels aus.

Den Mundring wollen wir nicht besonders in Betrachtung ziehen, da er sich histologisch vom freien Cirrus gar nicht unter-

scheidet (im Gegentheil, es finden sich nicht alle Bestandtheile des Cirrus an demselben wieder) und die gröbere Anatomie des ganzen Tentakelapparates von anderen Autoren früher schon ausführlich und richtig beschrieben worden ist.

Es wird sich herausstellen, dass sowohl die gröberen als die feineren Verhältnisse des einzelnen Tentakels viel complicirtere sind, als dies bisher dargestellt wurde, dass sich vor allem sein bindegewebiger Stützapparat aus sehr verschiedenen Theilen zusammengesetzt erweist, und dass die Deutungen, die man mit den bisher gekannten Theilen vornahm, zum Theil einer Correctur bedürftig sind.

Der Querschnitt eines Mundtentakels bietet folgende Verhältnisse dar:

Entsprechend der seitlich etwas zusammengedrückten Gestalt des Tentakels begegnen wir auf seinem Querschnitt (wenigstens bei den grösseren und nicht zu nahe an der Spitze) einem etwa birnförmigen Umriss. Der verbreiterte Theil, welcher die Skeletachse enthält, entspricht der inneren Kante und ist der Mundhöhle zugewendet, während der schmälere Theil der äusseren Kante entspricht. Das Epithel, welches den Tentakel überzieht, zeigt Verhältnisse, die von jenen des übrigen Körperepithels verschieden sind. Die Zellen sind meist etwas höher, der Cuticularsaum weniger stark ausgebildet. Entsprechend der in der Fig. 4 mit einem Kreuz bezeichneten Richtung bildet es von Stelle zu Stelle die knospenartigen Erhebungen, die wohl als Sinnesorgane zu deuten sind, und bereits vielfach, zuletzt in jüngster Zeit von Heymans und van der Stricht, untersucht worden sind; an unserem Schnitte sind diese Gebilde nicht getroffen. Der Umstand, dass auf Fig. 4 die Basalmembran der Epithelzellen nicht eingezeichnet ist, fällt nach dem, was ich oben angeführt habe, nicht ins Gewicht. In Fig. 5 erscheint dieselbe durch die Färbung hervorgehoben.

Auf das Epithel folgt eine Schichte, die sich sowohl ihrer histologischen Natur nach, als auch bei der Verfolgung der Schnittserie gegen die Basis des Tentakels durch ihren Uebergang in den entsprechenden Theil der Haut als Cutis (Lage I) erweist. Ihre Mächtigkeit ist eine sehr verschiedene, je nach dem Theile des Tentakels. An der der Mundhöhle zugewendeten Fläche sehr dünn (I *a*, Fig. 4 und 5), verbreitert sie sich gegen die Seitentheile hin und erfüllt den ganzen Binnenraum (I *b*), um endlich an der inneren Fläche wieder nur als sehr dünner Streif unter dem Epithel entlang zu laufen (I *c*). Es unterliegt aus oben angeführten Gründen

keinem Zweifel, dass dieses Gewebe der Cutis vollkommen entspricht. Darin eingeschlossen, respective in dieselbe hineingestülpt, finden sich nun noch mehrere andere Gewebsarten und Gebilde, und zwar folgende. Der schmalen äusseren Tentakelkante entlang findet sich nach innen von der daselbst sehr dünnen Cutisschichte eine Masse, die man sofort sowohl aus ihrer Farbenreaction als auch, was wohl beweisender ist, gleichfalls aus ihrem in der Serie ersichtlichen continuirlichen Uebergang in die subcutane Gallerte als dieser letzteren gleichwerthig ansehen muss. Genau genommen stellt diese Gallertmasse auf dem Quersehnitte einen Ring dar, dessen äussere Hälfte sich sehr mächtig verdickt hat, während die innere sehr dünn geblieben ist. In ihrer Structur unterscheidet sich diese Gallerte von der in der Subcutis nur dadurch, dass fibrilläre Bündel in derselben nicht vorkommen; dieselben verschwinden schon in der Gegend des Mundringes. Dieselbe Auffassung wie bei der Gallertsubstanz ist natürlich auch bei der ersterwähnten Schicht des Tentakels, der Cutisschicht, zulässig. Nur ist es hier der innere Halbring (I *b* sammt I *a*), welcher sich mächtig verdickt hat, während der äussere (I *c*) dünn geblieben ist.

Folgerichtiger Weise müsste man dem Lumen des Gallertringes zugewendet zunächst ein Analogon der Lage III der Haut auffinden, thatsächlich ist aber ein solches auf dem Querschnitt eines Tentakels gar nicht oder nur sehr undeutlich nachzuweisen, da die Schichte III schon im Bereich des Mundringes sehr dünn wird und sich in dem freien Tentakel entweder ganz verliert oder, was das wahrscheinlichere ist, bis zur Unmerklichkeit verdünnt. Es folgt auf diese Weise anscheinend auf die Gallertschicht sofort eine Lage platter Zellen, in der wir unschwer das Grenzepithel des Bindegewebes erkennen.

Einzelne Kerne in der Gallerte sind, wie die genauere Betrachtung lehrt, zum Theil auf feine Nervenstämmchen, zum Theil auf die hier selteneren Subcutiscanäle zurückzuführen.

Wenn wir also auf Grund der bis jetzt gewonnenen Thatsachen den Tentakel als Ganzes betrachten, so besteht derselbe nebst äusserem Epithel und der chordaähnlichen Skeletachse im Wesen aus einer hohlen Ausstülpung sämmtlicher Hautschichten, bei welcher das vom Cutisepithel eingeschlossene Lumen ein verhältnismässig enges bleibt, während die Wände theilweise eine enorme Verdickung erfahren.

Ganz besonders ist es der mächtig verdickte innere (orale) Abschnitt des Cutisringes, welcher infolge der verschiedenen

darin eingeschlossenen Gebilde ein ganz besonderes Interesse verdient. Hier die Darstellung der bezüglichen Verhältnisse.

Die feste Stütze des Tentakels bildet der eigenthümliche Skeletstab, von dem schon Rolph und Schneider hervorhoben, dass er mit der Chorda des Thieres sehr viel Aehnlichkeit habe.

In neuerer Zeit hat Klaatsch eine Beschreibung des Baues und der Entwicklung des Tentakelapparates gegeben, der ich in Bezug auf die meisten der angeführten Thatsachen zustimmen und noch einige neue Befunde hinzufügen kann.

Der Skeletstab besteht aus einer dicken äusseren Hülle und deren Inhalt. Letzterer, seiner Natur nach zellig, behält diesen Charakter zum Unterschied von dem gleichfalls ursprünglich zelligen Inhalt der Chorda zeitlebens in deutlich nachweisbarer Form bei. Wie auf dem Längsschnitt ersichtlich, sind es geldrollenartig hinter einander angeordnete, flache Zellen, von denen jede den ganzen Querschnitt des Rohres ausfüllt. Dieselben enthalten einige grössere Vacuolen, die den Kern sammt einer deutlichen Protoplasmaanhäufung an irgend eine central oder auch mehr peripher gelegene Stelle verdrängen. Meiner Ansicht nach sind die Wände der einzelnen Zellen auch im erwachsenen Zustande noch protoplasmatisch. Ich konnte keinerlei faserige Differenzirung in denselben unterscheiden, wie dies Rolph thut und darauf eine directe Vergleichung mit den Chordaplatten begründet. Ich glaube vielmehr, dass die Wände der einander benachbarten Zellen durch den Vacuolisirungsprocess sehr dicht aneinander gepresst sind, so dass die Antheile der beiden Zellen nicht mehr unterschieden werden können. Vielleicht herrscht hier dasselbe Verhältniss vor, wie dies Studnička an den Chordazellen dargethan hat, dass nämlich die früher für einfach gehaltenen Scheidewände der blasigen Chordazellen sich in Wirklichkeit in zwei Lamellen auflösen lassen, zwischen denen sich intercellulare Brücken erstrecken.

Dass sich Rolph's Meinung, es befinde sich an der inneren Fläche der Achsenscheide im Mundringe ausser den centralen Kernen noch ein flaches Endothel, während im Inhalte der freien Tentakel Kerne überhaupt nicht vorkommen, irrthümlich ist, ergibt sich schon aus den Untersuchungen anderer; ich will hier nur im besonderen darauf hingewiesen haben. Rolph hat ja ebenso irrthümlich die Cuticula chordae als ein Endothel dargestellt.

Nur an gewissen Stellen möchte ich im Anschluss an Klaatsch behaupten, dass in den Zellwänden die Abscheidung einer Substanz

stattgefunden habe, nämlich an den Grenzen der einzelnen Mundringglieder, und diese Substanz ist wieder identisch und steht ja in continuirlichem Zusammenhang mit der Masse, welche die Hülle des Skeletstabes darstellt.

Diese erweist sich auf gewissen Präparaten, z. B. solchen, die mit Cochenillealaun oder Boraxcarmin tingirt sind, als aus circulären Fasern zusammengesetzt und erinnert hier an die Chordascheide, zumal da ja der Inhalt der Tentakel dem auf einem gewissen Entwicklungsstadium befindlichen Chordainhalte ebenfalls gleicht.

Aber die Betrachtung eines Hämatoxylinpräparates belehrt uns eines anderen. Die Hülle zeigt nämlich da, wie Klaatsch es auch bereits angab, eine ganz ausgezeichnete Färbbarkeit mit Hämatoxylin, während die Chordascheide an denselben Präparaten die Färbung des gewöhnlichen fibrillären Bindegewebes annimmt (Säurefuchsin).

Da nach Klaatsch's Angaben die Hülle und die Scheidewände zwischen den Theilen des Mundringes als Abscheidungen des zelligen Tentakelinhaltes entstehen, ausserdem die Färbbarkeit mit dem von mir beobachteten Verhalten der Basalmembranen gegen Hämatoxylin (Basalmembran der Epidermis, Cuticula chordae, letztere auch von Ebner mit Hämalaun dargestellt) übereinstimmt, so stehe ich nicht an, dieselbe als Abscheidungsproduct (Basalmembran) anzusehen und sie im Gegensatze zu der Meinung, dass sie der sogenannten Chordascheide des Amphioxus entspreche, dieser als etwas Verschiedenes gegenüberzustellen.

Ich möchte hier nochmals betonen, dass ich an der Natur der Chordascheide des Amphioxus als mesodermales Gebilde festhalte und der Chordascheide der höheren Thiere, die ja mit grösster Wahrscheinlichkeit vom Chordainhalte abstammt, blos die Cuticula chordae und bei Ausdehnung des Vergleiches auf den Tentakelapparat auch dessen Hülle gleichstelle.

Nach Klaatsch's Vermuthung stammt der Tentakelapparat gleich der Chorda vom Entoderm ab, nur haben sich beide nach verschiedener Richtung entwickelt. Während die Chordazellen ganz bedeutende Veränderungen durchmachen und eine grosse Menge von faseriger Substanz abscheiden (Chordaplatten), bewahren die Zellen des Tentakelapparates deutlicher ihren ursprünglichen Charakter, wobei es nach aussen zur Abscheidung einer mächtigen Basalmembran kommt. Im Anschlusse daran möchte ich richtigstellen, was Klaatsch über die histochemische Natur der Chordaplatten sagt, er nennt sie nämlich „elastische Sub-

stanz". Mag auch ihr Verhalten gegen Säuren und Alkalien ein der elastischen Substanz ähnliches sein, so ist es doch ihr färberisches gar nicht, da sie auf die gebräuchlichen Elastinfärbungen nicht reagiren. Auch ihr optisches Verhalten ist ja, wie v. Ebner zeigte, ein ganz und gar von elastischer Substanz verschiedenes und sehr bemerkenswerthes. Bei der von mir angewendeten Dreifachfärbung nahmen sie die gelbe Farbe der Pikrinsäure an, ebenso die dem Chordainhalte zugehörigen Fasern des von mir so genannten Lig. longitudinale internum.

Auf der der Mundhöhle zugekehrten Fläche des Skeletstabes finden wir weiterhin, gleichsam auf demselben reitend, ein aus einer besonderen Substanz bestehendes Gebilde, das etwa die Gestalt eines halben Hohlcylinders hat, auf dem Querschnitt sich demgemäss als halbkreisförmiger Bogen präsentirt. Dieser Halbcylinder liegt der Achsenhülle unmittelbar an und lässt zwischen sich und dem oralen Epithel nur einen ganz schmalen Spalt frei, der von der Cutis ausgefüllt wird. An den Rändern ist er etwas verdickt, oft spaltet er sich daselbst in zwei kurze Lippen (Fig. 4 rechts).

Die Substanz dieses Gebildes ist meist undeutlich gegen die Cutis abgegrenzt, und ich glaube daher, sie als ein Umwandlungsproduct der Cutis ansehen zu dürfen. Wir werden dem geschilderten Verhältniss zur Cutis noch bei anderen, aus gleichem Material bestehenden Bildungen begegnen und es wird da auch der genetische Zusammenhang noch deutlicher ersichtlich sein.

Was das histologische Verhalten dieses Halbcylinders betrifft, so ist er ausgezeichnet durch seine ganz intensive Färbbarkeit mit Pikrinsäure, wodurch er zwischen der roth gefärbten Cutis und der tiefblau gefärbten Achsenscheide hell und auffallend hervorleuchtet.

Die Substanz erscheint oft auf Längsschnitten des Tentakels fein längsgestreift und ist ohne Zweifel aus Fibrillen zusammengesetzt.

Die Consistenz ist wohl jedenfalls eine sehr feste, etwa knorpelartige; am Tentakel kann man dies nicht so leicht entscheiden, da hier jedenfalls zum grossen Theile der Achsenstab das stützende Element ist; auch ist der Halbcylinder nicht isolirbar, um ihn etwa so auf seine physikalischen Eigenschaften prüfen zu können.

Zur Annahme einer festeren Consistenz fühle ich mich durch die Befunde an solchen Gebilden berechtigt, die ausschliesslich aus dieser Substanz bestehen.

Erst wenn wir auch die anderen aus der gleichen Masse bestehenden Skeletstücke besprochen haben werden, wollen wir auch einen Versuch zur histologischen Deutung und Benennung vornehmen.

In keiner der früheren Arbeiten wird dieses eigenthümlichen Halbcylinders Erwähnung gethan, offenbar deshalb, weil er sich bei ungeeigneten Färbungen vollständig dem Blicke entzieht. Seine Function dürfte wohl zweifellos in der Verstärkung der stützenden Tentakelachse zu suchen sein.

Nach seitwärts und aussen vom Skeletstab, nahe dem Epithel gelegen, finden wir in der Cutismasse eingelagert den Querschnitt zweier Canäle, die mit einem flachen Endothel ausgekleidet sind; hie und da kann man einen Kern des letzteren auffinden. Besonders gekennzeichnet sind diese Canäle durch einen eigenthümlichen homogen oder fein granulirt erscheinenden Inhalt, der in Bezug auf Färbbarkeit und optisches Verhalten vollständig mit der Inhaltsmasse der Blutgefässe übereinstimmt.

Auch der Bau der Wand gleicht dem der Gefässe. Leider war es mir trotz sehr vieler darauf angewandter Mühe unmöglich, diese Hohlräume weiter als bis zum Mundring zu verfolgen, wo sie dann umbiegend und infolgedessen in ungünstiger Richtung vom Schnitte getroffen dem Auge entschwanden. Auch das Studium von in anderer Richtung angelegten Serien förderten nicht die Kenntniss ihres Verlaufes. Nichtsdestoweniger möchte ich diese Canäle nach allem, was man von ihnen feststellen kann, für Blutgefässe halten.

In dem schmalen Cutisstreifen, der zwischen dem Knorpelhalbcylinder und dem Epithel gelegen ist, verläuft ein dünner Längsnerv, ebenso verlaufen, wie ich dies bereits erwähnte, im gallertigen Theile des Tentakels einzelne Nervenstämmchen.

Klaatsch und die früheren Autoren haben anscheinend von den Blutgefässen und den Nerven, ferner auch von dem Vorhandensein einer Gallertschicht im Tentakel nichts gewusst. Die durch die Färbung hervorgehobenen Kerne der Gefässwand und der Nerven mögen Klaatsch zu der Ansicht bestimmt haben, dass der Rest des Tentakelraumes, den der Skeletstab freilässt, von einer „zellenhaltigen Modification“ des mesodermalen Stützgewebes eingenommen wird.

Da ich bisher bereits einigemale Anlass gefunden habe, auch die Amphioxus chorda in die Debatte zu ziehen, so möchte ich noch auf einen Punkt im Baue derselben zurückkommen. Durch Zufall war es mir, als ich meine Arbeit über die Chorda publicirte,

entgangen, dass Spengel seiner Arbeit über die Kiemen des Amphioxus anhangsweise eine Notiz über die nachher von mir als Chordakörperchen bezeichneten Zellen zwischen den Chordaplatten beigefügt hatte. In derselben wird genau so, wie ich es dann auch that, der Angabe Ray-Lankester entgegengetreten, der diese zelligen Körper als nur bei jungen Thieren vorkommend bezeichnet.

Desgleichen hatte ich Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass um die leicht sichtbaren grossen Kerne dieser Zellen auch immer ein wenig feinkörniges Protoplasma gelegen sei und lieferte hievon eine Abbildung, die im ganzen mit der auf denselben Gegenstand bezüglichen von Rolph übereinstimmte. Ich bin in der Lage, diese Angaben heute nach den Ergebnissen der Untersuchung am lebenden Objecte zu vervollständigen. Die Protoplasmamasse ist keineswegs so gering und wenig ausgedehnt, wie es auf Rolph's und meiner Abbildung gezeichnet ist. An mit Neutralroth vital gefärbten Thieren sah man in der Seitenansicht, dass fast der ganze Raum zwischen den einzelnen Platten von Protoplasma ausgefüllt sei; letzteres war durch den Umstand, dass sich zahlreiche kleinere und grössere Körnchen in demselben lebhaft roth gefärbt hatten, hervorgehoben. Ich versuchte nun mit dem Rasirmesser Querschnitte vom lebenden Thier zu machen, die natürlich ziemlich dick ausfielen; immerhin konnte man auch hier die anscheinend netzförmige Protoplasmamasse sehen. Da die Anwendung stärkerer Vergrösserungen bei der Dicke der Objecte unmöglich war, konnte ich leider nichts Genaueres über die Vertheilung des Protoplasmas erfahren. Dasselbe dürfte wohl entsprechend dem bei der Entwicklung eintretenden Vacuolisirungsprocess netz- oder wabenartig die Platten überziehen. Zweifellos schrumpft dieses Plasma an conservirtem und zu Schnitten verarbeitetem Material sehr stark, so dass man dann nur stern- oder strangförmige Reste davon um den Kern auf solchen Schnitten wiederfindet.

Wir wollen uns nun zum Kiemenskelet wenden. Es wäre hier vollkommen überflüssig, eine ausführliche Beschreibung zu geben, es genügt vollständig, in Bezug auf diesen Punkt auf die ausführlichen Darstellungen Spengel's und Benham's zu verweisen, denen ich, was das Thatsächliche betrifft, nichts hinzuzufügen habe.

In der Deutung der Befunde werden wir jedoch von der Ansicht Spengel's in einer Weise stark abweichen müssen, die für die Auffassung der Skeletgebilde von grosser Bedeutung sein wird.

Nach Spengel's richtiger Darstellung findet sich in den Kiemenbogen, wenn wir deren Schichten histologisch mit denen der Haut vergleichen wollen, nur eine Schichte vor, die in ihrem ganzen Verhalten der von uns als Lage I oder Cutis bezeichneten Lamelle entspricht. Als ein Differenzirungsproduct derselben ist der Kiemenstab zu betrachten.

Diese Bindesubstanz der Kiemenbogen unterscheidet sich von der der Haut oder des Achsenskelettes aber dadurch, dass sie in ihrer Entstehung unserer Auffassung nach nicht auf das Epithel des von den Urwirbeln stammenden Cutisblattes oder Dermalblattes, beziehungsweise Sklerablattes, sondern auf das Epithel des Cöloms, also auf das Splanchnocöl zurückzuführen und dem splanchnischen Bindegewebe zuzurechnen ist. Andererseits ist diesem Unterschiede keine besonders grosse Bedeutung beizulegen, indem wir feststellen können, dass die Epithelien der Urwirbel und des Cöloms sich in Bezug auf die von ihnen erzeugten Bindesubstanzen ziemlich gleich verhalten, ja dass eine scharfe Trennung und Unterscheidung nicht recht möglich ist. So sehen wir die aus einer einheitlichen Masse von spärlicher homogener Grundsubstanz und gewöhnlichem fibrillären Bindegewebe bestehenden unteren Bogen der Wirbelsäule auf der äusseren Seite vom Sklerablatt, auf der inneren vom Cölomepithel begrenzt und müssen wohl den Ursprung des Bindegewebes hier ziemlich gleichmässig auf beide Blätter zurückführen.

Festzuhalten wäre nur folgender Unterschied zwischen Urwirbel- und splanchnischem Bindegewebe: die Gebilde des Dermalblattes zeigen die weiteste Differenzirung (Schichten der Haut), die sich beim allmählichen Uebergang in die Tiefe zum Sklerablatt mehr und mehr verliert. Das Cölombindegewebe zeigt eine noch geringere Differenzirung, so dass man z. B. in den Kiemenbogen nur eine einheitliche Lage von fibrillärem Bindegewebe vorfindet, die man nach ihrer Beziehung zum äusseren und inneren Epithel als der Cutis gleichwerthig ansehen darf, die wohl aber thatsächlich allen drei Dermalschichten entsprechen könnte.

Wir wollen im Hinblick auf diese Uebereinstimmung mit der Cutis das Bindegewebe des Kiemenbogens, wie dies auch Lankester und Benham thun, der Einfachheit halber gleichfalls als Cutis bezeichnen.

Der Gegensatz gegen die Spengel'sche Darstellung gipfelt in Folgendem: Spengel fasst die Cutis als Basalmembran der ectodermalen und entodermalen, vielleicht auch der mesodermalen Epithelien auf, indem er sich an Hatschek's Darstellung an-

schliesst und der einschränkenden Bemerkung dieses Autors, dass die Auffassung als Cutis immerhin zulässig erscheine, ihre Geltung stricte abspricht.

In Consequenz dessen leitet er den Skeletstab von dieser Basalmembran und daher indirect vom äusseren und inneren, eventuell auch vom mittleren Epithel ab. Hiemit stellt er sich in Gegensatz zu Ray-Lankester's Ansicht, der die betreffende Schicht als mesodermale Cutis betrachtet.

Mir scheint aus Gründen, die ich zum Theil schon bei der Haut erläutert habe (anatomische Beziehungen, Vorhandensein einer besonderen Basalmembran, vollständige histologische Uebereinstimmung mit dem faserigen Antheil der Subcutis), die Auffassung Ray-Lankester's die richtigere, wie sich ja auch ältere Autoren vielfach in diesem Sinne geäussert haben. Hiezu kommt noch der Umstand, dass die mächtige Ausbildung der Cutisschicht und ihre merkwürdige Anordnung in den Mundtentakeln, wo sie ja eine sehr dicke und tiefe Schichte um die eingelagerten übrigen theils ento-, theils mesodermalen Gebilde darstellt, gegen ihre Auffassung als Basalmembran spricht.

Auch Benham hat, veranlasst durch Spengel's Arbeit, den von Ray-Lankester vertretenen Standpunkt nochmals klargelegt und auf den mesodermalen Charakter des Kiemenbogenskeletes hingewiesen. Im speciellen sei aus seinen Ausführungen noch folgendes Detail hervorgehoben.

Bekanntlich befindet sich auf dem Querschnitt eines Kiemenbogens der Skeletstab sammt der ihn einhüllenden cutisartigen Schicht auf der Aussenseite, dem ectodermalen Epithelüberzug benachbart. Nach innen schiebt sich zwischen die beiden Entodermblätter blos eine ganz dünne Fortsetzung der Cutisschicht ein, die nur bei besonders gut gelungener Färbung mit Säurefuchsin deutlich sichtbar wird. Diese dünne Platte wird von Spengel in Consequenz seiner Annahme als eine von beiden Entodermlamellen gemeinsam ausgeschiedene Basalmembran angesehen. Unserer Anschauung nach ist diese Lamelle jedoch mesodermal und entspricht der Cutis.

Hiezu kommt noch der Umstand, dass Benham nachgewiesen hat (wie ich bestätigen kann), dass diese dünne „Septalmembran" thatsächlich als zweiblätterig aufzufassen ist. Die beiden Blätter werden durch eine Lage von Kernen vom Typus der Bindegewebsmatrixkerne abgegrenzt. Es bleibt dabei in Anbetracht der sehr minutiösen Verhältnisse unentschieden, ob wir hier einen vom Matrixepithel ausgekleideten Canal vor uns haben, dessen Lumen jedoch

nicht nachweisbar oder überhaupt verstrichen ist; wahrscheinlich ist dies der Fall.

Ist die Ansicht SPENGEL's, dass der Ursprung der Bindesubstanzen im Kiemenbogen auf Basalmembranen aller drei Epithelien zurückzuführen ist, abzuweisen, so ist, wie dies SPENGEL, RAY-LANKESTER und andere übereinstimmend annehmen, die Abstammung des eigentlichen Skeletstabes von der von uns als cutisähnlich bezeichneten Schicht zweifellos, was, besonders an den Kiemen, wie dies SPENGEL genau schildert, der Uebergang der Stabsubstanz in die des fibrillären Bindegewebes, sein längsfibrillärer und dabei concentrisch geschichteter Bau aufs deutlichste darthun. Was die stoffliche Natur des Stabes betrifft, so haben wir hier wieder jene Masse vor uns, die wir bereits als „Halbcylinder" in den Mundtentakeln kennen gelernt haben, jenes sich mit Pikrinsäure intensiv gelb färbende Gewebe. Auf dem Querschnitt geht es ohne scharfe Grenze in die schmale, mit Fuchsin rothgefärbte Schicht (Cutis) über, die sich zwischen ihm und dem Epithel befindet. An den Kiemenbogen sieht man um vieles deutlicher diesen Zusammenhang und den fibrillären Bau des knorpelartigen Gewebes als an den Tentakeln.

Auch die Endostylarplatten haben ganz denselben histologischen Charakter und bedürfen von diesem Standpunkte aus weiter keiner besonderen Beschreibung.

Auch im Velum, und zwar in dessen tentakelartigen Zacken, haben einige Untersucher einen stützenden Stab gesehen. ohne jedoch eine genauere Beschreibung zu geben, so z. B. ROLPH, SCHNEIDER, VOGT und YUNG. Letztere Autoren gaben auch an, dass im Velum sich ein Ring befinde, von dem diese Stäbe ausgehen, ein Befund, den ich nicht bestätigen kann.

Schon am lebenden Thiere kann man sehen, dass die Velumtentakeln eine gewisse Starrheit besitzen und so eine Art Reussenapparat herstellen. Die Betrachtung von Schnitten dieser Gebilde belehrt uns über Folgendes: Die Fig. 7 klärt uns an einem schwach vergrösserten Schnitt über die Grösse des Stabes, seine Lage und sein Verhältniss zu den benachbarten Geweben, vor allem zum Velummuskel, Ecto- und Entoderm und zu dem von VAN WIJHE angegebenen Ringnerven des Velums auf. Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch einen der grösseren Tentakel. Wir sehen ein vorderes, pigmentirtes Epithel, welches der Mundhöhle zugekehrt und ectodermaler Natur ist, ferner ein pigmentloses, sonst

im Bau jedoch wenig verschiedenes hinteres entodermales Epithel, die Grenze beider bezeichnet durch die knospenartigen, jedenfalls einer Sinnesfunction dienenden Epithelgebilde.

Die Epithelien schliessen eine compacte Masse cutisähnlichen Gewebes ein, von der dasselbe gilt wie von dem cutisähnlichen Gewebe der Kiemenbogen. In derselben, mehr dem Ectoderm genähert, erscheint der Skeletstab, auf seiner inneren Fläche mit einer, auf der äusseren mit drei stumpfkantigen Längshervorragungen versehen, seine Grenze gegen die Cutis ist unscharf. Es besteht auch dieser Skelettheil aus eben derselben Substanz wie die Kiemenstäbe und der Halbcylinder der Mundtentakeln. Intensive Gelbfärbung und fibrilläre Zusammensetzung sind an ihm gleichfalls zu constatiren. Der ectodermalen Fläche genähert verläuft ein dünner Nervenstamm, ein Zweig des van Wijhe'schen Ringnerven. Fig. 8 ist nach einem leider nicht ganz genauen Längsschnitt gezeichnet und zeigt daher keines der beiden Enden des Skeletstabes. In Fig. 9 sehen wir die mit + bezeichnete Stelle aus Fig. 7 in stärkerer Vergrösserung und erkennen, dass das Ende des Stabes abgerundet ist.

Es würde sich nun weiterhin darum handeln, wie man die beschriebene Skeletsubstanz, die uns im „Halbcylinder" der Mundtentakeln, in den Kiemenstäben und im Velum begegnet ist, aufzufassen und zu benennen habe. Die Bezeichnung als chitinartig, wie wir sie bei einigen Autoren finden, wird kaum Berechtigung haben.

Als sehr charakteristisch möchte ich ihre nahen Beziehungen zum fibrillären Bindegewebe bezeichnen, sowie den Umstand, dass sie bei Amphioxus eine Bildung zusammensetzt, die analog bei den höheren Wirbelthieren vorkommt und daselbst aus Knorpel besteht, nämlich das Kiemenskelet. Es wäre aus diesem Grunde nahe gelegen, in dieser Substanz ein zellenloses Vorstadium des bei den höheren Wirbelthieren auftretenden zelligen Knorpels zu erblicken und dementsprechend zu bezeichnen. Eine Schwierigkeit jedoch, die dieser Deutung im Wege steht, darf ich hier nicht verhehlen.

Lässt sich auch in Bezug auf die Vergleichung der Kiemenstabsubstanz mit dem Knorpel höherer Vertebraten nichts einwenden, da diese von einer Bindegewebsmasse abzuleiten ist, in der von einer Differenzirung in mehrere Sshichten (analog dem Derma) nichts wahrzunehmen ist und die man im Hinblicke auf ihre Ent-

stehung einfach als splanchnisches Bindegewebe bezeichnen kann, so steht die Frage z. B. beim Halbcylinder der Mundtentakeln anders.

Hier entsteht eine der Kiemenstabsubstanz vollkommen entsprechende Masse in einem zwar histologisch vollkommen übereinstimmenden Bindegewebslager, das aber im Gegensatze zu dem der Kiemenbogen als echte Cutis aufzufassen ist. Nun entsteht ja nach verbreiteter Ansicht in den bindegewebigen Hautschichten der Wirbelthiere niemals Knorpel, sondern dort, wo es überhaupt zu Skeletbildungen kommt, direct Knochen.

Das Auftreten eines dem Knorpel entsprechenden Gewebes in der Cutis des Amphioxus müssten wir dann als eine specielle Eigenthümlichkeit dieses Thieres ansehen, indem wir hier eine weniger weit gediehene histologische Differenzirung der einzelnen Bindegewebsschichten annehmen. Die grössere histologische Uebereinstimmung, die wir bei Amphioxus zwischen dermalem Bindegewebe und jenen Schichten finden, die bei den höheren Wirbelthieren sich als knorpelbildend erweisen (z. B. den Bogen der Wirbelsäule), kann dieser Ansicht eine Stütze bieten, indem man aus der grösseren Uebereinstimmung im Bau auch auf eine solche in Bezug auf die Producte schliessen kann.

In Bezug auf die Kiemenstäbe erscheint mir jedoch, wie ich nochmals betonen möchte, die Analogie mit dem Knorpel in den Kiemenbogen der Cranioten als unzweifelhaft.

Zum Schlusse möchte ich mir noch eine kurze Bemerkung über den Begriff des Amphioxusknorpels im Sinne KLAATSCH's gestatten. Wollen wir, wie dies z. B. KLAATSCH bei wiederholten Gelegenheiten thut, in Amphioxus ein reines Vorfahrenstadium der Vertebraten erblicken (ein Standpunkt, den ich jedoch nicht theilen kann, ohne mich dabei der von HEIDER jüngst hervorgehobenen „modernen Amphioxusmüdigkeit“ schuldig zu machen), so müssen wir auch bestrebt sein, jeden der Vergleichspunkte mit den bei Amphioxus gefundenen histologischen und histogenetischen Gesetzen in Einklang zu bringen. Ich glaube, dass hierin KLAATSCH nicht ganz richtig vorgegangen ist. Wir sehen, dass z. B. bei Amphioxus vom fibrillären Bindegewebe zunächst nur die zellenfreie Grundsubstanz auftritt, der die Matrixzellen noch in epithelialer Form als Ueberzug aufsitzen. Wir sehen auch ferner stellenweise, wenn auch nur in sehr beschränktem Umfange die Auflösung dieses Matrixepithels in einzelne Zellen, die sich

dann im Bindegewebe vertheilen, angebahnt. Weiterhin konnte ich in vorliegender Abhandlung in den Mundtentakeln, Kiemenstäben und Velumzacken die Entstehung eines knorpelähnlichen, zellenlosen Gewebes aus dem zellenlosen fibrillären Bindegewebe nachweisen. Die Ansicht, dass wir in dem zellenlosen Zustand der Bindesubstanzen bei Amphioxus ein phylogenetisches Stadium zu erblicken haben, dürfte bei niemandem auf Widerstand stossen.

Von diesem Standpunkte aus erscheint es daher befremdlich, wenn Klaatsch die Inhaltsmasse der Mundtentakeln als einen von Anfang an zelligen Knorpel bezeichnet und direct mit dem Cyclostomenknorpel vergleicht. Schon der Bau des Tentakelinhaltes rechtfertigt mit seinen grossen Vacuolen nicht die Bezeichnung „Knorpel“ und wir sehen ja an einem der Anlage und ersten Entwicklung nach durchaus ähnlichen Gewebe, nämlich dem der Chorda dorsalis, im weiteren Verlaufe der Entwicklung Umwandlungen vorgehen, die einem vom Knorpelbau vollständig verschiedenen Zustande zustreben und schliesslich auch ein in seiner Art ganz isolirt dastehendes Gewebe liefern. Vielmehr erinnert der Bau der Tentakelachse an die merkwürdigen Stützvorrichtungen bei vielen Wirbellosen, so z. B. an die soliden, aus einer Zellreihe bestehenden Tentakelachsen der Hydroidpolypen, mit deren Bau die zelligen Bestandtheile der Amphioxustentakeln die meiste Aehnlichkeit haben. (Doch möchte ich hier gerne den Schein vermeiden, als ob ich die Verhältnisse beim Amphioxus geradezu mit denen bei den niedrigsten Metazoen vergleichen wollte.) Uebrigens besitzen wir ja noch nicht einmal eine berechtigte Vermuthung, viel weniger einen Beweis dafür, dass sich ein dem Tentakelapparat des Amphioxus morphologisch gleichwerthiges Organ auf die höheren Thiere vererbt, und mit Hinblick auf diesen Umstand erscheint mir die Vergleichung des Tentakelgewebes mit irgend einem Gewebe höherer Formen gewissermassen als eine vergebliche Mühe. Ich möchte sogar eher der Ansicht zuneigen, dass der Tentakelapparat im weiteren Verlauf der Phylogenie verloren geht; sehen wir doch auch denselben Process an einem Gebilde von ähnlicher Herkunft, nämlich der Chorda sammt der von ihr abgeschiedenen Chordascheide (der Cranioten) vor sich gehen, indem dieselben bei niederen Thieren (Selachier) fast ausschliesslich die Wirbelbildung besorgen, während bei den höheren Thieren allmählich das mesodermale Gewebe als alleiniger Erzeuger der Wirbelsäule auftritt.

Viel eher glaube ich für das von mir beschriebene knorpelartige Gewebe den Namen Amphioxusknorpel beanspruchen zu dürfen, da dieses, wie hervorgehoben wurde, unter anderem auch solche Gebilde zusammensetzt, die wir bei höheren Thieren als sicher wiederkehrend annehmen dürfen, nämlich die Kiemenbogen, und die bei letzteren thatsächlich aus echtem Knorpel bestehen. Wir hätten dann meinen „zellenlosen Amphioxusknorpel“ (wie ich glaube mit vielmehr Berechtigung als Klaatsch seinen zellenhaltigen) als Vorläufer des Craniotenknorpels anzusehen.

Für Klaatsch dürfte ja die anatomische Gleichwerthigkeit der Kiemenbogen bei Amphioxus und Vertebraten zweifellos zu Recht bestehen, und er dürfte sich daher mit dem Gedanken befreunden, auch in Bezug auf die Histologie die erforderlichen Consequenzen zu ziehen, und in dem Stützapparate der Amphioxuskiemen in geweblicher Beziehung den Vorläufer des Kiemenbogenknorpels der Vertebraten zu erblicken.

Ich will gestehen, dass einige Thatsachen neben der von mir gegebenen phylogenetischen Ableitung des Knorpels noch eine andere Entstehung des letzteren postuliren könnten. Es ist dies die Entstehung von Knorpel- oder knorpelähnlichen Geweben durch directe Umwandlung epithelialer Massen. Als vollkommen sichergestellt halte ich in dieser Hinsicht das Auftreten von hyalinem Knorpel in der Chorda, z. B. bei Amphibien (Chordaknorpel). Wie Studnička und Schaffer jedoch betonen, entsteht dieser Knorpel immer nur aus den nichtdifferenzirten, d. h. nicht vacuolisirten Zellen des Chordaepithels, während die centralen vacuolisirten typischen Chordazellen diese Umwandlung niemals erleiden.

Nun zeigen aber gerade die Zellen der Mundtentakelachse bereits jenen weit differenzirten Bau, der stark an den der centralen Chordazellen erinnert, und es erscheint daher auch aus diesem Grunde mit Hinblick auf die oben citirten Angaben von Schaffer und Studnička eine nähere Verwandtschaft mit dem Knorpel nicht vorhanden.

Wenn ich schliesslich zusammenfassen soll, was ich in vorliegenden Zeilen darzuthun bestrebt war, so kann dies in folgender Weise geschehen:

Von Stützsubstanzen finden wir bei Amphioxus nebst den eigenthümlichen Inhaltsgeweben der Chorda und des Tentakelapparates eine deutliche Ausbildung

von Basalmembranen ectodermaler und entodermaler Epithelien, stellenweise von bedeutender Entwicklung, ferner gewöhnliches fibrilläres, leimgebendes Bindegewebe, eine gallertige Substanz und endlich ein bisher theils nicht beachtetes, theils nicht ganz richtig gedeutetes Gewebe, welches seiner Lagebeziehungen und auch anderer Verhältnisse wegen als zellenloser Urzustand des bei den Vertebraten auftretenden echten zelligen Knorpelgewebes mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit anzusehen ist.

Wien, im Mai 1899.

Literaturverzeichniss.

Ballowitz E., Ueber Kernformen und Sphären in den Epithelzellen von Amphioxuslarven. Anat. Anz. XIV. 1898.

Benham W. Blaxland, The structure of the Pharyngeal bars of Amphioxus. Quart. Journ. Microsc. Sc. Vol. 35. 1894.

Claus C., Ueber die Herkunft der die Chordascheide der Haie begrenzenden äusseren Elastica. Anz. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien. 1894. Nr. 12.

Ebner V., v., Ueber den Bau der Chorda dorsalis des Amphioxus lanceolatus. Sitz.-Ber. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Cl. LIV. Abth. III. 1895.

Gegenbaur C., Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. I. Bd. Leipzig 1898.

Goodsir J., On the anatomy of Amphioxus lanceolatus. Trans. roy. soc. Edinburgh 1841. XV.

Hatschek B., Ueber den Schichtenbau des Amphioxus. Verh. d. anat. Ges. Würzburg 1888.

Derselbe, Discussion zu Flemming's Vortrag. Verh. d. anat. Ges. III. Vers. Berlin 1889.

Heymans I. F. und Van der Stricht O., Sur le système nerveux de l'Amphioxus et en particulier sur la constitution et la genèse des racines sensibles. Mémoires couronnés et Mém. des savants étrangers. (Publ. par l'Acad. royale de Belgique.) Bruxelles 1898.

Joseph H., Ueber das Achsenskelet des Amphioxus. Z. f. wiss. Zool. Bd. LIX, 1895.

Klaatsch H., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. I. Ueber den Urzustand der Fischwirbelsäule. Morphol. Jahrb. 19. 1893. — III. Zur Phylogenese der Chordascheiden und zur Geschichte der Umwandlungen der Chordastructur. Morphol. Jahrb. 22. 1895.

Derselbe, Ueber die Chorda und die Chordascheiden der Amphibien. Verh. d. anat. Ges. XI. Vers. zu Gent. 1897.

Derselbe, Ueber den Bau und die Entwicklung des Tentakelapparates des Amphioxus. Verh. d. anat. Ges. XII. Vers. Kiel 1898.

Langerhans P., Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876.

Legros R., Développement de la cavité buccale de l'Amphioxus lanceolatus. Contribution à l'étude de la morphologie de la tête. Arch. d'Anat. microscop. T. I, 1897; T. II, 1898.

Marcusen M. J., Sur l'anatomie et l'histologie de Branchiostoma lubricum. Compt. rend. des séances de l'Acad. d. sc. Vol. 58 u. 59, 1864.

Müller Joh., Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum. Abh. d. Berl. Akad. 1842.

Pouchet G., Sur le système de canaux et sur la corde dorsale de l'Amphioxus. Gazette médicale de Paris. 6. sér. Vol. II. 1880; auch Compt. rend. et Mém. Soc. Biol. Paris. 7. sér. T. 2. 1881.

Derselbe, On the Laminar tissue of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Sc. N. S. Vol. 20. 1880.

Quatrefages A., de, Mémoire sur le système nerveux et sur l'histologie du Branchiostoma. Ann. Sc. Natur. Sér. III. (Zool.) Vol. IV. 1845.

Rathke H., Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841.

Ray Lankester E., Contributions to the Knowledge of Amphioxus lanceolatus. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 29 1889.

Reichert, C. B., Zur Anatomie des Branchiostoma lubricum. Reichert's Archiv. 1870

Retzius G., Biol. Unters. N. F. VIII. 1898.

Rohon J. V., Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. Denkschr. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien. Bd. 45. 1882.

Rolph W., Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Morph. Jahrb. Bd. II. 1876.

Schaffer J., Discussion zu Klaastch's Vortrag. Verh. d. anat. Ges. XI. Vers. Gent 1897.

Schneider A., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879.

Spengel J. W., Beitrag zur Kenntniss der Kiemen des Amphioxus. Zool. Jahrbücher. Anat. Abth. IV. Bd. 1891.

Stieda L., Studien über den Amphioxus lanceolatus. Mém. de l'Acad. St. Pétersbourg. III. sér. Vol. 19. 1873.

Studnička, F. K., Ueber das Gewebe der Chorda dorsalis und den sogenannten Chordaknorpel. Sitz.-Ber. d. kön. böhm. Ges. d. Wiss. Math.-nat. Cl. Prag 1897.

Vogt C. u. Yung E., Lehrbuch der praktischen und vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1889—94.

Van Wijhe J. W., Ueber Amphioxus. Anat. Anz. VIII. Bd. 1893.

Erklärung der Tafel.

Sämmtliche Figuren sind mittels der Abbe'schen Camera von C. Zeiss entworfen.

Fig. 1. Aus einem Querschnitt durch die Kiemenregion eines etwa 4 *cm* langen Helgoländer Exemplares. (Sublimat-Seewasser, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson.) Aeusseres Blatt der Seitenfalte. Reichert, Oc. 3, Obj. 8. *E* Epidermis mit deutlicher, zerfallener Basalmembran; *I* Cutis; *II* gallertige Schichte der Subcutis; *III* fibrilläre Schichte der Subcutis; *Db* Epithel des Dermalblattes. In der Gallerte die senkrechten Faserbündel.

Fig. 2. Aus derselben Serie. Uebergangsstelle der dorsalen Körperhaut in die Wand des Peribranchialsackes. Reichert, Oc. 4, Obj. 5. *Ms* Myosept; *M* Seitenrumpfmuskel: *Mt* Musculus transversus des Peribranchialsackes; *Sc* Canäle der Subcutisgallerte. Die übrigen Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Querschnitt eines Helgoländer Exemplares. (Sublimat-Seewasser, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson.) Dorsale Wand der Mundhöhle. Die Epidermis

zum Theil abgelöst, Basalmembran als Ganzes erhalten und mit der Cutis im Zusammenhang geblieben. Reichert, Oc. 4, Obj. 8. Bezeichnung wie in den vorhergehenden Figuren. *Bm* Basalmembran.

Fig. 4. Querschnitt eines Mundtentakels von einem Helgoländer Amphioxus. Sublimat-Seewasser, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson, Reichert, Oc. 4, Obj. 8. *E* Epidermis; I_a, I_b und I_c Cutis; *II* Subcutisgallerte; *Db* Epithel des Dermalblattes: *Hc* knorpeliger Halbcylinder; *As* Achsenscheide; *Ai* zelliger Achseninhalt; *N* Nerven; *Bg* Blutgefässe?; *o* orale Seite des Tentakels; *a* äussere Seite des Tentakels; + + jene Stellen, wo Sinnesknospen zu stehen pflegen.

Fig. 5. Längsschnitt durch den Tentakel eines Helgoländer Exemplares. Da der Tentakel sich bei der Conservirung meist krümmt, ist der Längsschnitt kein ganz medianer, infolge dessen der Längsnerv *N* nur an einer Stelle getroffen. Basalmembran der Epidermis hier sehr deutlich. Sublimat-Seewasser, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson, Reichert, Oc. 4, Obj. 8. Bezeichnungen wie in Fig. 4.

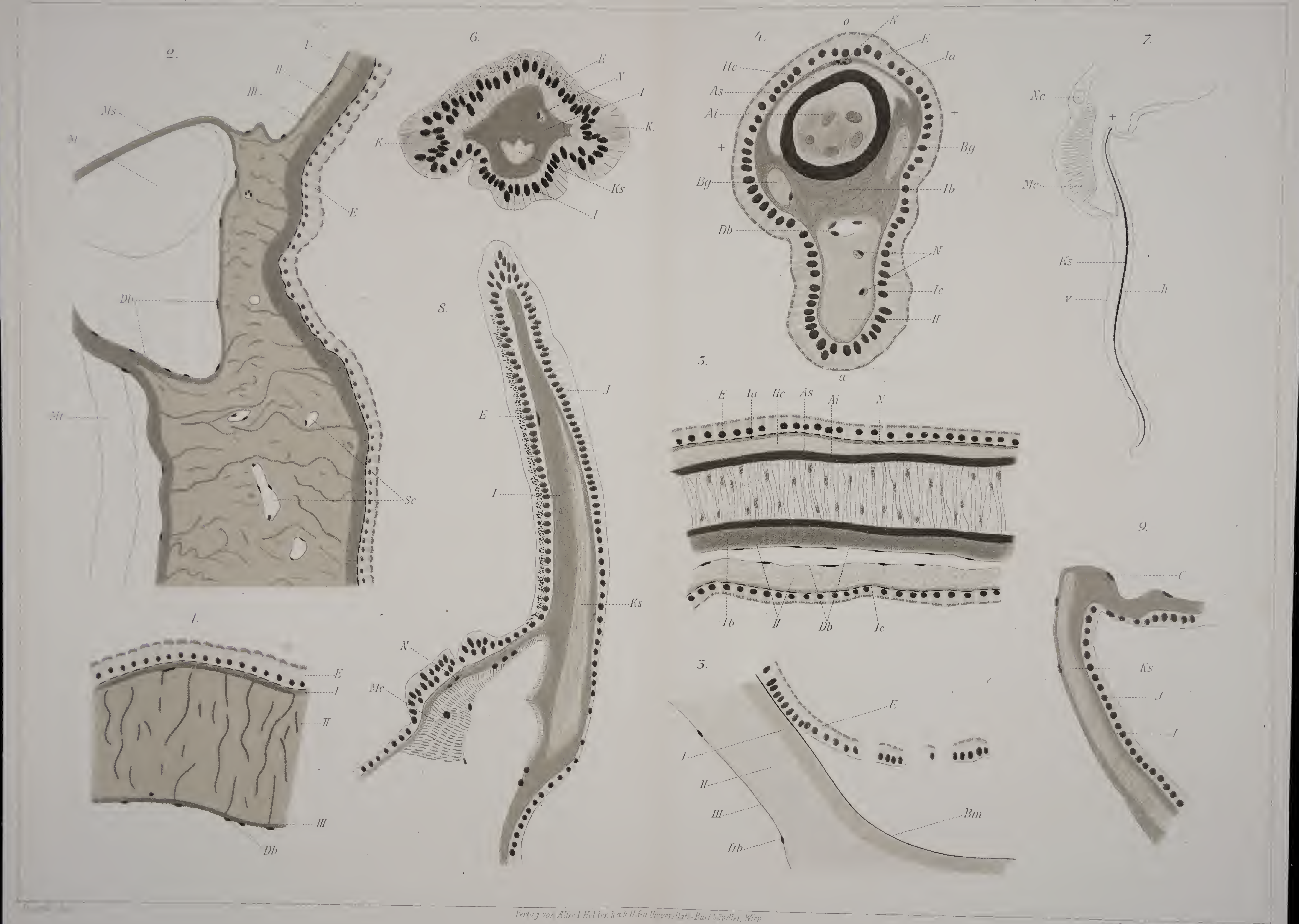
Fig. 6. Querschnitt eines Velumtentakels aus einem frontalen Längsschnitt eines Neapeler Thieres. Perenyische Flüssigkeit, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson, Reichert, Oc. 3, Obj. 8. *E* Epithel der Aussenfläche (Epidermis) pigmentirt; *J* Epithel der Innenfläche; *K* knospenartige Organe; *I* Cutisschichte, *Ks* Knorpelstab; *N* Nerv.

Fig. 7. Schnitt durch den dorsalen Theil des Velums, aus zwei Schnitten einer Sagittalserie eines Neapeler Exemplares construirt. Sublimat-Picrinsäure, Hämatoxylindurchfärbung, Van Gieson, Reichert, Oc. 2, Obj. 4. *Ks* Knorpelstab; *v* vordere (orale), *h* hintere (dem Kiemendarm zugewendete) Fläche; *Nc* Ringnerv des Velums; *Mc* Ringmuskel des Velums; + Stelle der Figur 9.

Fig. 8. Sagittaler Längsschnitt durch einen ventralen Tentakel derselben Serie. Nur ein Stück des Knorpelstabes auf dem Schnitt getroffen Seitz, Oc. 2, Obj. 7. Bezeichnung wie in Fig. 6 und 7.

Fig. 9. Die in Fig. 7 mit + bezeichnete Stelle bei stärkerer Vergrösserung. Reichert, Oc. 3, Obj. 8. *J* Darmepithel; *I* Cutis; *Ks* Knorpelstab; *C* Cölomepithel.





Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien.

Mittheilungen über Siphonophoren. V. Nesselzellen.

Von

Karl Camillo Schneider,

Privatdocent an der Universität Wien.

(Mit 7 Tafeln.)

Eine Neuuntersuchung des Baues und der Function der Nesselzellen erschien mir nach Publication der Iwanzoff'schen Arbeit (97) dringend nothwendig, da verschiedene Befunde des russischen Autors von vornherein Bedenken erwecken mussten. Hierhin gehört vor allem die neuerliche Annahme einer intracapsulären Schlauchanlage, die vorher ganz zurückgewiesen erschien; ferner die überraschende Beurtheilung der Kapselwandungen, deren äussere mit der Membran des Schlauches zusammenhängen soll. Ich bemerke sogleich an dieser Stelle, dass Iwanzoff in beiden Punkten Irrthümern anheimgefallen ist, und dass die früher vertretenen Anschauungen zu Recht bestehen.

Die Gelegenheit zur vorliegenden Arbeit bot sich mir in diesem Jahre (1899) in den Monaten März bis Mai, während welcher ich in Neapel und Messina Untersuchungen über Siphonophoren und Hydropolypen anstellte. Für die pecuniäre Ermöglichung des fast drei Monate dauernden Aufenthaltes, von denen April und Mai auf Messina entfielen, bin ich der k. Akademie der Wissenschaften in Wien zu grossem Danke verpflichtet, den ich auch an dieser Stelle zum Ausdrucke bringe. Das Material für vorliegende Arbeit stammt durchwegs aus Messina. Ich kann es mir nicht versagen, Herrn Prof. Eug. Ficalbi für so manche in liebenswürdigster Weise mir erwiesene Gefälligkeit während meines Messinenser Aufenthaltes den herzlichsten

Dank auszusprechen. Indem er mir gestattete, mich den täglich vom Institut aus unternommenen Ausfahrten anzuschliessen, vermochte ich, werkthätig unterstützt vom Späherauge des Präparators. Don Marco, und von dem fanggewandten Diener, Don Nicolò, ein reichliches Material zu sammeln, über das auch an anderer Stelle berichtet werden wird. Auch dem Assistenten, Herrn Dr. Kwietniewski, wiederhole ich hier für vielerlei Unterstützungen meinen besten Dank.

Für die lange Beurlaubung von meinen Assistentenpflichten bin ich Herrn Prof. B. Hatschek zu wärmstem Danke verbunden.

Methoden.

In erster Linie kommt bei Untersuchung von Nesselzellen die Beobachtung des lebenden Materiales in Betracht. An der ausgebildeten, wie an der sich entwickelnden Nesselzelle kann man die meisten Structureinzelheiten schon am lebenden, besser noch am absterbenden Objecte feststellen. Die ectodermalen Basalwulste der Polypen werden von der Stützlamelle abgelöst und auf dem Objectträger zerzupft; dabei erhält man viele isolirte Zellen, an denen die Kapsel mit ihren Wandungen, der aussen sich anlegende oder bereits eingestülpte Schlauch und der Kern bei einiger Uebung gut zu erkennen sind. Die Einstülpung des Schlauches macht sich in und ausserhalb der Kapsel bemerkbar; für die Beurtheilung der Skleraanlage (siehe unten) ist das lebende Material nicht zu entbehren; dagegen entziehen sich die ersten Bildungsvorgänge des Schlauches wie der Kapsel der Beobachtung. Auch über die Beschaffenheit des Secretes ist wenig zu erfahren. Vor allem aber erfordert das Studium des eigenartigen konischen Aufsatzes auf der Kapsel und ganz speciell des Entladungsvorganges unbedingt die Untersuchung lebender Nesselzellen, die am günstigsten von den Tasterspitzen der *Agalmopsis elegans* Sars und anderer verwandter Formen gewonnen wurden.

Totopräparate von conservirten Nesselkapseln sind selbstverständlich nothwendig, aber ihre Kenntniss gibt nicht über alle strittigen Punkte sicheren Aufschluss. Wichtig ist die Anwendung recht verschiedener Conservirungs- und Färbemethoden. Der Zusatz eines Tropfens dünner (ca. 1 oder 2%) Essigsäure unter dem Deckgläschen zum lebenden Objecte gibt bei den Entwicklungsstadien oft entscheidenden Aufschluss, besonders wenn eine rasche Durchsaugung, also eine möglichst schnelle Abtödtung, vorgenommen wird. Iwanzoff nennt die Essigsäure stark deformirend, daher wenig

zur Untersuchung geeignet. Ich kann dem nur erwidern, dass der russische Forscher kaum dem Irrthume in Hinsicht des Zusammenhangs der Schlauchwand mit der äusseren Kapselwand anheimgefallen sein dürfte, wenn er Essigsäurepräparate genauer studirt hätte, da an diesen der Zusammenhang des Schlauches mit der inneren Wand gar zu evident hervortritt. Essigsäure ist ferner bei der experimentellen Untersuchung des Entladungsvorganges nicht zu entbehren. Aber sie gibt über die Anlage der Sklera (äusseren Wand) keinen Aufschluss (siehe unten); dazu bedarf es der Anwendung von Sublimat, Formol und von reiner Osmiumsäure in Verbindung mit intensiven Färbemitteln, wie z. B. Methylenblau, Methyl- oder Gentianaviolett, Orcein u. a. sind.

Besonders die beiden letzteren Fixirungsmittel machen im Innern ganz junger Kapseln einen eigenartigen dichten Strang, die Anlage des Nesselsecretes sichtbar, die von Iwanzoff als eingestülpter Schlauch gedeutet worden ist. Dass sie das nicht ist, ist zwar schon aus den Befunden am lebenden Object und an Totopräparaten zu ersehen, indessen vollste Sicherheit darüber gewähren nur Schnitte.

Ich habe durch die Basalwulste von Polypen, die mit Osmiumsäure, Formol und Sublimat conservirt waren, dünne (6—2 μ) Schnitte angefertigt, die über die ersten Entwicklungsstadien den nöthigen Aufschluss gaben. Nur durch die Untersuchung sehr dünner Schnitte gelang es, gewisse Fragen der Secretbeschaffenheit, der Skleraanlage, somit gerade die fundamentalsten Fragen für das Verständniss der Kapselentwicklung zu lösen.

Die Arbeit gelangte bereits im Mai in Messina zu einem vorläufigen Abschlusse. Während der Nachuntersuchungen in Wien sind indessen fast alle Befunde erst völlig bekräftigt oder die rechte Deutung dazu gewonnen worden, da z. B. Schnitte erst in Wien angefertigt werden konnten. Infolge dieser zweckentsprechenden Nachuntersuchungen, die sich unerwartet in die Länge dehnten, glaube ich in Hinsicht auf fast sämmtliche Nesselzellprobleme Erschöpfendes bieten zu können, soweit dies einer nur wenig vom Experiment unterstützten morphologischen Forschung möglich ist. Es hat mich selbstverständlich gefreut, meine alten Anschauungen zumeist als richtige beibehalten zu können, umsomehr als die Iwanzoff'schen Befunde, weil an grossem Materiale gewonnen und ausführlich — zumeist sogar weitschweifig — begründet, gewissermassen über jeden Zweifel sicher festgestellt zu sein schienen. Nun wäre meiner Ansicht nach die Zeit für einen Physiologen gekommen, den Nesselzellen, die in ihrer massenhaften Anhäufung an den Nessel-

knöpfen auch chemische Analysen gestatten würden, seine Aufmerksamkeit zuzuwenden; denn es gälte vor allem, die hier vertretenen und begründeten Auffassungen der Ein- und Ausstülpung des Schlauches einer experimentellen Nachprüfung zu unterziehen.

Terminologie.

Je tiefer man sich in ein Gebiet einarbeitet, desto schärfer formuliren sich die darin umschlossenen Begriffe und wecken das Bedürfniss nach klaren unzweideutigen und zugleich bequem nutzbaren Bezeichnungen. Fast an allen bereits verwendeten Ausdrücken wird sich eine mehr oder weniger grosse Unbestimmtheit geltend machen; sie sind entweder zu weit gefasst und werden deshalb in verschiedenem Sinne gebraucht, oder sie beruhen auf falscher Beurtheilung und verlangen beim Gebrauche immer, dass man sich ihrer irrthümlichen Wahl bewusst bleibt. Beides gilt im vollen Masse für die Terminologie der Nesselzellen. Einzelne Bezeichnungen, wie „Nesselkapseln", sind ungenügend präcisirt, andere, wie „Nesselfaden", „Achsenkörper", „innere und äussere Wand", „Kapselkeim", „Secretraum" etc. erwecken unrichtige Vorstellungen oder sind nichtsbesagend.

Diesem Mangel soll im folgenden abgeholfen und an der Hand scharfer Umgrenzung der Begriffe auch eine zweckmässig erscheinende Benennung eingeführt werden, die die alten gebrauchten Ausdrücke so weit als möglich schont, ihnen aber jede Zweideutigkeit nimmt. Eine Anzahl Namen musste allerdings neugebildet werden, doch hoffe ich, dass sie ihre Aufgabe zu erfüllen imstande sind.

Nesselzelle (Cnidocyte): Eine Nesselzelle ist durch den Besitz von zweierlei eigenartigen Bildungen charakterisirt. Es findet sich in ihr stets central ein Nesselorgan (Cnide) und apical (peripher im Epithel) ein Entladungsapparat, auf dessen Einwirkung hin das Nesselorgan in Function tritt. Das Nesselorgan besteht aus Kapsel und Schlauch, d. h. einem Behälter giftigen Secretes und einem Injectionsapparat, der dasselbe in das Beutethier eintreibt, wenn es aus dem Behälter in explosionsartiger Weise ausgeworfen wird. Der Entladungsapparat vermittelt die Eröffnung der Kapsel durch Absprengung des Deckels und auf diese Weise den Zutritt von Wasser zum Secret, das nun unter momentaner Quellung in Action tritt. Seine Beschaffenheit kann im einzelnen eine mannigfaltige sein, im wesentlichen ist sie immer dieselbe.

Das charakteristische Element der Nesselzelle ist das Nesselsecret, alle anderen Theile sind nur Hilfsapparate für die Verwendung

desselben. Somit ergibt sich von selbst, dass wir die Nesselzellen mit Lendenfeld (87) als eigenartige Drüsenzellen aufzufassen haben, deren Anwesenheit für das Ectoderm der Cnidarier charakteristisch ist.

Neben der Cnide und dem Entladungsapparate gibt es in der Nesselzelle meist noch specifische Protoplasmadifferenzirungen, die zur Verfestigung der Nesselzellen im epithelialen Verbande dienen. Es sind dies elastische Stiele, Knäuel und Faserhüllen (um die Kapsel), sowie die von mir (1899) beschriebenen Gitterfasern. Musculöse Einlagerungen fehlen, wie es scheint, gänzlich, mindestens kommen sie für die Entladung der Cnide nicht in Betracht. Alle solche minder wichtigen Differenzirungen werden hier als accessorische Bildungen zusammengefasst.

Wir finden die Cnide in so verschiedenen Zuständen in der Nesselzelle, dass es wünschenswerth ist, die einzelnen Lebensphasen durch besondere Bezeichnungen zu kennzeichnen. Die erste Lebensphase umschliesst die Bildungsperiode bis zur Einstülpung das Schlauches in die Kapsel (Wachsthumsphase). Während der zweiten gelangt der Schlauch ins Kapselinnere (Einstülpungsphase); in der anschliessenden Vorreifephase werden vor allem die Widerhaken und der Deckel angelegt. Dann erfolgt die Ueberwanderung zur Verbrauchsstätte (Wanderphase), der sich die Reifungsphase und darauf die Ruhephase anschliesst, während welcher die Nesselzelle nach vollkommener Herstellung ihrer Verwendung wartet. Diese selbst ist keine Phase zu nennen, da sie momentan erfolgt; wir sprechen vom Entladungsmoment. Darauf wird die Cnide ganz ausgestossen und die Nesselzelle selbst geht zugrunde. Genauere Beobachtungen über diesen Zeitraum liegen nicht vor.

Cnide (Nesselorgan, von κνίδη, die Nessel). Man wäre zunächst wohl geneigt, diesen Ausdruck auf das Nesselsecret zu beschränken, dem zumeist eine ätzende brennende Wirkung gleich einer Säure zugeschrieben wird. Indessen ist zweifellos die Anwesenheit fester Theile, wie des Nesselschlauches und besonders der Widerhaken, welche eine Wunde zu schlagen vermögen, von ebenso grosser Bedeutung als die des Secretes; denn letzteres ist, wie unschwer nachweisbar, keine Säure und äussert nur eine giftige Wirkung. Wir können deshalb Inhalt und Behälter nicht in Hinsicht auf ihren Einfluss auf die Beuteobjecte trennen und müssen deshalb die Bezeichnung Cnide für beide verwenden, was sich umso zweckmässiger erweist, als das dringende Bedürfniss nach einem dergestalt begrenzten Ausdrucke vorliegt.

Bis jetzt benannte man das Nesselorgan der Nesselzelle einfach mit „Nesselkapsel“. Aber beide Namen decken einander selbst bei weitester Fassung nicht immer, denn eine ruhende Kapsel unterscheidet sich beträchtlich von einer entladenen, da in letzterer Schlauch und Secret begrifflich nicht eingeschlossen sind wie in ersterer. Das Gleiche gilt für die jugendliche Kapsel vor Einstülpung des Schlauches, da man sagt, der Schlauch wird in die Kapsel eingestülpt; der Schlauch ist also auch in diesem Falle kein begrifflicher Theil der Kapsel. Um diese Unbestimmtheit zu beseitigen, empfiehlt sich die Einführung des Wortes „Cnide“ für Kapsel, Schlauch und Inhalt insgesammt, ganz besonders deshalb, weil es in den Worten „Cnidocyte“, „Cnidophor“, „Cnidosaccus“ schon längst in gleichem Sinne gebräuchlich ist.

Für alt eingebürgerte Worte neue einzuführen, ist immer misslich und das gilt natürlich auch für den Ersatz von „Nesselkapsel“ durch „Cnide“. Indessen haftet dem Worte Nesselkapsel noch eine andere Zweideutigkeit an, die gleichfalls auf scharfe Präcisirung hindrängt. Denn das, was man an jungen Cniden als Kapsel bezeichnet, kann je nach den Verhältnissen verschieden sein. Isolirte junge Kapseln zeigen unzweideutig nur zweierlei Bauelemente, eine zarte Wand (Propria) und den Secretinhalt. Liegen die Kapseln dagegen in der Zelle, oder handelt es sich um fixirte Präparate, so zeigen sie eine helle Umhüllungsschicht im Umkreis der Propria, eine sogenannte äussere Wandung, die im Leben während der Entwicklung (bis gegen den Abschluss der Reifeperiode) flüssig ist, daher bei Isolation der Cnide verschwindet. Je nach dem Zustand der Cnide bedeutet also Kapsel zweierlei; ein Uebelstand, der sich gelegentlich unangenehm bemerkbar macht, daher zur Creirung eines neuen Ausdruckes neben dem alten Anlass gibt.

Unter „Kapsel“ wird hier immer das Ensemble von äusserer und innerer Wand und vom darin enthaltenen Secrete verstanden werden. Wenn es sich darum handelt, diesem Begriffe allein innere Wand und Secret als Einheit gegenüber zu stellen, so werde ich vom Cnidarium reden. Dieser Ausdruck ist mehr bequem als begrifflich richtig gewählt. Er begründet sich auf die zweifellos berechtigte Anschauung, dass als wesentlichster Theil der Cnide das Secret anzusehen ist, da ja die Lähmung des Beuteobjectes der Hauptzweck der Cnidenexistenz ist. Demnach wird unter „Cnidarium“ der eigentliche Behälter (sammt Inhalt) verstanden, zu dem die äussere Wand sich nur zu besonderem Zwecke hinzufügt. Der von Murbach (94) in gleichem Sinne gebrauchte Ausdruck „Kapselkeim“

ist weit unzulänglicher, da er erstens nur für die jüngsten Stadien anwendbar und zweitens selbst bei diesen begrifflich falsch ist, da eben zur Kapsel auch die äussere Wand, die bei MURBACH aus einem „Secretraum“ hervorgeht, gehört.

Kapsel: Die Kapsel besteht aus dem Cnidarium, der Sklera, dem Deckel und dem Vacuum. Das Cnidarium zeigt eine zarte Wand, die direct in die des Schlauches übergeht. Sie wurde von mir früher (zuerst 1890) als „innere Wand“ der Sklera als der „äusseren Wand“ gegenübergestellt; da aber diese Bezeichnungen sehr schwerfällig sind und nichts als Lagebeziehungen darin zum Ausdrucke kommen, so möchte ich hier zwei neue, kurze und dem ansserordentlich verschiedenen physikalischen Verhalten Rechnung tragende einführen. Die innere Kapselwand — oder Wand des Cnidariums — ist mit der Entwicklung dieses letzteren so innig verbunden, dass wir sie passend als dessen Propria bezeichnen können. Die Bedeutung der äusseren Wand liegt dagegen in ihrer eigenartigen Beschaffenheit, da sie, homogen, structurlos, elastisch und dabei in erster Linie sehr hart, zum Schutze und zur Isolation des Cnidariums von der Umgebung dient. Hier scheint mir die Bezeichnung Sklera gut zutreffend und ausserdem durch bequeme Handhabung sich empfehlend.

Ich möchte an dieser Stelle auf irrthümliche Angaben in der Literatur hinsichtlich des ersten Nachweises doppelter Kapselwandungen hinweisen. Der erste, der sie schilderte, war ich im Jahre 1890 in meiner Arbeit über *Hydra*. Wir lesen aber bei MURBACH (94), pag. 220: „Im Gegensatze zu diesen Angaben von MÖBIUS ist von den späteren Autoren JICKELI der erste, der die Existenz einer doppelten Wand andeutete.“ Indessen ist bei JICKELI weder in der citirten Arbeit (82 *b*), noch in seiner Arbeit über *Endendrium* und *Hydra* (82 *a*) eine bezügliche Erwähnung und gleichfalls auch keine Darstellung zu finden; er spricht vielmehr nur (pag. 393) von einem glänzenden Häutchen im Umkreis der Kapsel, womit er jedoch die anliegende verdichtete, nach ihm musculöse Protoplasmahülle, die direct in den Stiel übergeht, meint (siehe auch meine Arbeit über *Hydra* [90, Taf. 17]. — In dem ausführlichen Referat von VON LENDENFELD (97) über die Nesselzellen der Cnidarier heisst es pag. 476: „ALLMAN (1888) schildert die äussere Kapselwand als dick und stark, die innere dagegen als zart.“ Doch ist hier dem so gewissenhaften Referenten ein Irrthum unterlaufen, denn ALLMAN sagt an der citirten Stelle (pag. XIV): „the thread-cell . . . consists essentially of an oviform rigid capsule

lined by a fine membrane, which at one end . . . is invaginated in the form of a tube occupying the axis" etc. Er kennt demnach nur eine Wandung. Und das Gleiche gilt auch für Gegenbaur (54), von dem Iwanzoff (97) auf pag. 106 meint: „Bei stärkeren Vergrösserungen kann man sich überzeugen, dass die Wände der Kapsel aus zwei dicht einander anliegenden und von einander untrennbaren Schichten bestehen, welche nach ihrer Lichtbrechungsfähigkeit verschieden sind, wie es zum erstenmal von Gegenbaur (54) in Betreff der Nesselkapseln der Siphonophoren gezeigt wurde." Gegenbaur unterschied aber nur die dünne umgebende Protoplasmahülle von der Kapselwand. — So sehen wir die erste treffende Darstellung des Kapselbaues drei Autoren zugeschrieben, die vollständig unschuldig daran sind, während der wirkliche erste Beobachter bei Iwanzoff z. B. gar nicht erwähnt wird. Das Beispiel ist nicht übel für die moderne Art der Literaturbehandlung.

Nach der verschiedenen Ausbildung und physiologischen Bedeutung müssen die beiden Pole der Kapsel unterschieden werden. Der proximale, als Fusspol, besitzt höchstens die Auszeichnung, dass an ihm in vielen Fällen elastische Fasern inseriren, welche der Fixation der Cnide im epithelialen Verbande dienen. Dagegen ist der distale Pol nicht allein für das Kapselwachsthum von Bedeutung, sondern an ihm spielt sich auch die Einstülpung und Ausstülpung des Schlauches ab; er wird demnach der Gelegenheit entsprechend Wachsthums-, Einstülpungs- oder Entladungspol genannt werden.

Auch die seitlichen Flächen der Kapseln lassen eine bestimmte Benennung zu. Ventral nennen wir die Fläche, welche, wenigstens in der Jugend, concav eingekrümmt ist; die entgegengesetzte ist die dorsale. Die beiden anderen Flächen werden als rechte und linke bezeichnet werden.

Schlauch: Der Schlauch ist an den Wachsthumsstadien eine directe Fortsetzung und Vergrösserung des Cnidariums. Seine Wand hängt mit der des Cnidariums unmittelbar zusammen und kann, da sie functionell ihr auch entspricht, gleichfalls als Propria bezeichnet werden. In der ruhenden Cnide ist der Schlauch dagegen völlig secretleer und liegt im Innern des Cnidariums; an der entladenen Cnide ist er wiederum vorgestülpt und dient als Uebertragungsapparat des Secretes, das an seinem distalen Ende oder seitlich (durch Diffusion) austritt. Sein Anfangstheil ist gewöhnlich (bei Siphonophoren wohl immer) erweitert und oft mit kräftigen Dornen (Widerhaken, Stilets) besetzt. Möbius (66) nannte ihn

Achsenkörper, weil er im Cnidarium die Längsachse einnimmt, die vom viel längeren Endabschnitte (bei Möbius „gewundener Theil“) umgeben ist. Beide Ausdrücke scheinen mir aber in mancher Hinsicht wenig glücklich gewählt. Der „Achsenkörper“ liegt vielleicht in keinem Falle genau in der „Achse“ der Kapsel, vielmehr vom Einstülpungspol gegen den Fusspol schräg nach links und dorsalwärts von der Medianlinie abweichend. Ferner umwindet ihn bei Siphonophoren der Endabschnitt niemals, liegt vielmehr immer einseitig vor ihm. Und ausserdem hat die Bezeichnung nur für die Ruhelage der ausgebildeten Cnide einen Sinn. In Hinsicht auf die Entwicklung des Schlauches, der ausserhalb der Kapsel der Widerhaken völlig entbehrt, empfiehlt es sich, jede Anspielung auf die spätere Bewaffnung — die übrigens in den meisten Fällen auch dem Endabschnitte zukommt — zu umgehen und einen ganz indifferenten Ausdruck zu wählen. Wir werden deshalb hier, mit Lendenfeld (97) nur vom Basalstück des Schlauches reden; den langen Endabschnitt nennen wir dagegen seiner Aehnlichkeit mit einem Faden wegen das Fadenstück oder kurz den Faden. Zwar wird letztere Bezeichnung gewöhnlich für den ganzen Schlauch angewendet, sie hat aber nur für einen gleichmässig dicken Schlauch Sinn und büsst übrigens für jene Fälle, wo ein Basalstück fehlt, ihre Identität mit „Schlauch“ gar nicht ein. — Den Ausdruck: Zwischenstück für den kleinen konischen Abschnitt zwischen Basalstück und Faden (Nussbaum 87) werde ich beibehalten, doch kommt er eigentlich nur für die ruhende Cnide in Betracht, da hier der genannte Abschnitt in das Basalstück auffälliger Weise vorgestülpt ist. Am Basalstück unterscheiden wir einen proximalen glatten Theil vom distalen bedornten Theil. Von Dornen gibt es meist an jedem Stiletträger einen starken basalen Widerhaken, dann folgt eine verschieden lange Suite zarter, langer, mittlerer Dornen, zuletzt an der Basis des Zwischenstückes der Enddorn.

Wie bei der Kapsel ist es zweckmässig, die beiden Endpunkte des Schlauches durch passende Namen zu charakterisiren. Wir werden von einem proximalen Ansatzpunkt und einem distalen Wachsthumspunkte reden. Dem Wachsthumspunkte muss nach Abschluss der Entwicklung eine Mündung zugeschrieben werden, die indessen nur am völlig ausgestülpten und entleerten Schlauche mit Sicherheit nachweisbar ist.

Im Schlauche entstehen die Widerhaken in dreifach links spiraliger Anordnung aus der vom Plasma ableitbaren Stiletanlage,

die bei der Einstülpung in das Schlauchinnere gelangt. Sie sitzen — was vor allem deutlich am Basalstück ist — besonderen Stiletträgern auf, das sind drei schmale, spiralziehende Bänder, die sehr gleichmässig quer gewellt oder gefaltet sind. An den Falten haften die verschieden geformten Stilette. Den Stiletträgern entsprechen der Lage nach — an der fertigen Cnide haften sie auch daran — drei Spiralstreifen der Propria, deren beiderseitige Contouren gegen die Kapselmündung hin sich nähern und hier unter scharfer Umbiegung am Deckel derart aufwärts verstreichen, dass sie in gewisse Vertiefungen desselben eingreifen, so dass der Deckel in seiner Lage dadurch gefestigt erscheint. Wir wollen diese Verfestigung des Deckels an jedem Spiralstreifen einen Gleitverschluss nennen und die Streifen selbst, soweit es ihre proximalen Endabschnitte anbetrifft, Gleitstreifen.

Deckel: Der Deckel zeigt eine freie äussere Fläche, einen mehr oder weniger deutlich dreieckigen äusseren Rand, der an einer Seite mit der anliegenden Sklera verwachsen ist (Verwachsungsseite), eine steilere ventrale und zwei schwächer geneigte rückwärtige Flächen, die unter verschieden stark abgerundetem Winkel in einander übergehen. — An diesen Flächen liegen oben die Gleitvorsprünge, darunter concave Ausbuchtungen (für das Vacuum). Gegen den Schlauch hin läuft der Deckel in einen Zapfen aus, an den sich der proximale Theil der Stiletanlage (Verbindungsstrang wegen seiner Ueberleitung zu den Stiletten genannt) anschliesst. Der Deckel springt ab an der Cnidocilseite, die dem ventralen Gleitvorsprung entspricht; die Verwachsungsseite liegt zwischen den rückwärtigen Gleitvorsprüngen.

Vacuum: Als Vacuum bezeichne ich einen leeren Raum, der oben vom Deckel, seitwärts von der Schlauchpropria, unten vom stempelartig verbreiterten proximalen Ende der Stiletanlage begrenzt wird. Er entsteht während der Reifeperiode durch die fortdauernde Wasserentziehung aus der Cnide, als Sammelpunkt des negativen Druckes in derselben. Da der Deckelzapfen ihn mitten durchsetzt, bildet er einen Ring mit drei, unter den Spiralstreifen der Propria gelegenen erweiterten Räumen.

Entladungsapparat (Entladungskappe, konischer Aufsatz): Die Entladung der Cnide wird veranlasst durch folgende Protoplasmadifferenzirungen am Entladungspol der Kapsel. Die Kapselöffnung wird umgeben von der ringförmigen gefältelten Membran, die mit der Sklera im Umkreis der Mündung verwachsen

ist und unter konischer Verjüngung distal offen endet (Aufsatzporus). Im Innern ist sie vom Wasser erfüllt und durch ein unten frei endendes Septum in die enge ventral stehende Cnidocilröhre, welche das reizempfängliche Cnidocil enthält, und das weite, über dem Deckel befindliche Reservoir abgetheilt. Seitlich und ventral vom Cnidocil tritt die gefältelte Membran erst tiefer mit der Sklera in Verbindung als sonst im ganzen Umkreis der Mündung. Dorsal ist die Membran viel schräger geneigt und hier gelegentlich durch eine den Deckel bis gegen die Cnidocilseite hin übergreifende derbe Platte (Deckplatte) verstärkt, welche zwischen sich und dem ventralen Sklerarand eine schlitzartige Oeffnung frei lässt. Die Fältelung ist am stärksten im Umkreis der Mündung und wir nennen die entsprechende Linie in der Membran die Sprenglinie. Ausführlicheres siehe im 3. Capitel.

I. Entwicklung der Cnide bis zur Schlaucheinstülpung, Wachsthumsphase.

1. Ort der Cnidenbildung.

a) Bildungsherde. Von vielen Hydrozoen (Hydromedusen und Siphonophoren) sind ectodermale Epithelwucherungen bekannt, in denen aus subepithelialen indifferenzirten Zellen massenhaft Nesselzellen sich entwickeln. Ich beschränke mich hier allein auf die Siphonophoren und erwähne von diesen als derartige Bildungsherde vor allem 1. die basalen Theile der Polypen bei den Calycophoren, Physophoren und, unter den Cystonecten, bei *Rhizophysa* und verwandten Formen, ferner die Tentakelbläschen bei *Physalia* und die Centralkörper der Chondrophoren, welche drei Bildungen sich entsprechen[1]; 2. eine krausenartige Verdickung am Schwimmblasenstiel von *Agalmopsis rubra*, dicht über der Knospungszone der Schwimmglocken (Fig. 2); 3. Nesselzellwülste an der Schirmöffnung der Gonophoren von *Velella* und *Porpita*, die den Nesselwülsten an gleicher Stelle bei den Medusen entsprechen. Gemeinsam ist diesen Herden die bedeutende Dicke des Epithels, die auf der regen Vermehrung und Anhäufung von kleinen in der Tiefe gelegenen, auch an anderen Orten der Epithelien sich findenden Zellen beruht und eine enorme Streckung der Deckzellen bedingt. Letztere sind oft nur basal und distal noch flächenhaft entwickelt, im übrigen aber zu dünnen Pfeilern ausgezogen, zwischen welchen die Bildungszellen der Cniden eingelagert sind. Man beobachtet hier

[1]) Siehe meine Arbeit von 1896, in der genannte Homologien zuerst erkannt wurden.

die verschiedenen Stadien der Nesselzellenentwicklung, die Anlage der Cnide, Kapsel- und Schlauchbildung und die Einstülpung des Schlauches mit darauf folgender Bildung der Widerhaken und des Deckels. Spätere Stadien, vor allem ausgebildete Nesselzellen, fehlen dagegen vollständig. Es wurde deshalb eine Zeit lang angenommen, dass alle in den genannten Bildungsherden entstehenden Cniden überhaupt nicht zur fertigen Ausbildung gelangten, vielmehr nur eine Art Stützgewebe für die sie tragenden Organe oder Personen darstellten. Das galt besonders, so lange die ausserhalb der Kapsel reifenartig sich anlegenden Schläuche der Cniden für Verdickungsleisten im Protoplasma der Nesselzellen aufgefasst wurden (Gebrüder Hertwig 78). Die Cniden der Verbrauchsstätten (z. B. an den Fangfäden) sollten dieser Ansicht zufolge an Ort und Stelle des Gebrauches entstanden sein.

b) Verbrauchsstätten: Der lebhafteste Verbrauch der Cniden findet auf den Nesselknöpfen der Fangfäden statt. Da die Fangfäden in innigster Benachbarung zu den Basalwülsten der Polypen stehen, lag es nahe, eine Ueberwanderung der in so ungeheuren Massen entstehenden Cniden auf die Nesselknöpfe anzunehmen. Diese Ansicht wurde vor allem von mir (1893) und von Murbach (94) vertreten, von Chun (93) und Iwanzoff (97) dagegen zurückgewiesen. Ich selbst glaubte auch 1894 einräumen zu müssen, dass die Cniden der Knöpfe auf diesen selbst entstehen; denn erstens konnte ich eine Ueberwanderung nicht sicher wahrnehmen und zweitens zeigen die Ectodermzellen der jüngsten Knöpfe bei Behandlung mit essigsäurehaltigen Fixirungsmitteln ihr Protoplasma meist stark geschrumpft, gleichsam wandständig zu einer centralen Vacuole, die an junge Kapselanlagen erinnern kann. Ueberdies verkleben die Epithelien (auch bei Sublimatconservirung) leicht miteinander, zum mindesten (Flemming) werden sie starrer und leichter zerreisslich, daher schwer isolirbar. Am lebenden Objecte sind die jüngsten Knopfstadien meist nicht zugänglich, da sie von den älteren überdeckt und bei Versuchen, sie zu isoliren, durch Entladung letzterer in ein unentwirrbares Chaos eingehüllt werden. Bei meinen Untersuchungen fiel mir nur immer auf, dass nie eine äussere Fadenanlage an der vermeintlichen jungen Cnide zu constatiren war, dass vielmehr dort, wo der Faden überhaupt erkannt werden konnte, er bereits im Kapselinnern lag und sich dieselben Bilder darboten wie an den ältesten Bildungsstadien der Cniden in den Basalwulsten. Da indessen Iwanzoff (97) eine intracapsuläre Entstehung des Schlauches wieder plausibel machte, indem er das Auftreten

eines äusseren Schlauches auf allzurasches Schlauchwachsthum, dem die Einstülpung ins Kapselinnere nicht folgen könne, zurückführte, somit also der gänzliche Mangel eines äusseren Schlauches bei entsprechend langsamem Wachsthum wohl denkbar war, so gab ich mich mit dem negativen Resultate zufrieden und glaubte auch noch in meiner Arbeit von 1899 an eine Entstehung der Cniden auf den Nesselknöpfen.

Die Knöpfe sind indessen nicht die einzigen Verbrauchsstätten von Cniden und bei allen anderen, als da sind die Mundabschnitte der Polypen, die Anhäufungen auf den Tastern der Chondrophoren, auf den jungen Schwimmglocken und auf den Deckstücken mancher Agalmiden: überall fällt es leicht, den völligen Mangel von Entwicklungsstadien zu constatiren. Die Möglichkeit blieb ja gegeben, dass die vorhandenen Cniden nur einer Entwicklungsperiode entstammen, also kein Ersatz stattfindet und das vorhandene Quantum gleich bei der Anlage der Person selbst gebildet wird. Es würde dann allmählich oder plötzlich aufgezehrt werden und, in der That entbehren die fertigen Schwimmglocken der *Agalmopsis elegans* fast stets und oft auch die Taster, sowie die Deckstücke von *A. rubra*, der Nesselzellen, die den jungen Personen immer zukommen. So galt es daher, diese jungen Personen genau zu untersuchen, ob nicht hier, an der Verbrauchsstätte, junge Cniden zu beobachten wären, oder ob die vorhandenen Cniden sich als eingewanderte erweisen würden.

c) Wanderung: Am besten sind diese Fragen am Formolmateriale zu studiren, da an ihm die Epithelien nicht untereinander verkleben wie meist sonst, die Formen und Structuren wundervoll gewahrt und oft auch die ganzen Colonien beim Abtödten völlig gestreckt bleiben. Ich habe nun bei einer Anzahl von Formen genaue Untersuchungen angestellt und bin hinsichtlich der Art, wie die Verbrauchsstätten mit Cniden versorgt werden, zu folgendem Resultate gekommen: Meiner Ansicht nach entsteht auch nicht eine einzige Cnide an dem Orte, wo sie verbraucht wird, sondern die Verbrauchsstätten werden von den oben besprochenen Bildungsherden aus versorgt. [1]) Diese Ansicht stützt sich auf die unzweideutigsten Befunde und es kann die hier aufgeworfene Frage von jetzt an als erledigt gelten.

Allerdings direct am lebenden Materiale ist die Ueberwanderung nur in einem Falle bis jetzt beobachtet worden. Murbach (94)

[1]) Bei den jungen Chrysomitren der Chondrophoren fallen die Verbrauchsstätten zunächst (theilweise vielleicht immer?) mit den Bildungsherden zusammen.

hat sie für die Taster von *Velella*, die vom Centralkörper aus versorgt werden, festgestellt, indem er Lageverschiebungen junger Stadien in der Richtung vom Bildungsherd zur Verbrauchsstätte constatirte und auch illustrirte.[1]) Gleiche Beobachtungen machte ich auch 1894 und in diesem Jahre wieder und illustrirte sie gleichfalls durch Fig. 4. Iwanzoff kann sich des Zweifels nicht erwehren, dass die von Murbach „beobachtete Verrückung der Nematocyten einfach durch eine locale Contraction des Organs bedingt war und nicht weit ging"; dieser Einwand ist aber ohneweiters hinfällig, da beide Vorgänge wohl von einander zu unterscheiden sind.

Bei den anderen Personen lässt sich die Ueberwanderung nur aus dem Mangel von Wachsthumsstadien an der Verbrauchsstätte und aus der Anwesenheit von Wanderstadien in der Länge der Person, an Stellen, wo fertige Cniden nicht vorkommen, erschliessen. Alle diese überwandernden Zellen haben etwas Gemeinsames. Stets ist das hintere Kapselende gegen die Verbrauchsstätte zu gewendet, und immer ist es ein und dasselbe Entwicklungsstadium (Wanderstadium). Der Schlauch ist eingestülpt, die Widerhaken sind gebildet, aber die Sklera ist noch weich und unverfestigt. Diese Stadien entsprechen den ältesten Cniden in den Bildungsherden. Uebrigens ist die Beobachtung solcher Wanderzellen oft nicht leicht. So konnte ich sie für die jungen Taster der *A. elegans* noch nicht feststellen; ich beobachtete hier nur an zwei jugendlichen Exemplaren dieser sich überaus rasch entwickelnden Personart, die auch an den jüngsten Stammgruppen den Polypen in der Entwicklung immer weit voraus ist, wie nur zwei, beziehentlich sechs, bereits ausgebildete Cniden am apicalen Pole ansassen, daneben fand sich aber kein einziges Jugendstadium; eine Beobachtung, die, gestützt von den übrigen, indessen genügt. Denn bei den jüngsten Deckstücken von *A. rubra* zeigten sich distal gleichfalls nur Cniden von mindestens dem Wanderalter, zugleich aber auch in vier Fällen (unter 20 etwa) Wanderzellen an verschiedenen Punkten längs der Person. Dass man sie nicht immer antrifft, dürfte sich aus einer raschen Besiedelung erklären. In kurzer Zeitfolge wandert ein Schub von Cniden ein, man sieht daher schon ganz junge Deckstücke distal mit reichbesetztem Cnidenstrang; nicht folgt successiv eine Wanderzelle der anderen in

[1]) In einer soeben erschienenen Arbeit: Hydroids from Woods Holl, Mass. in: Qu. J. M. Sc. Vol. 42. Part 3, 1899, berichtet Murbach neuerdings über die Wanderung junger Cniden bei *Pennaria*.

gleichmässigen Pausen. Am besten studirt man diese Verhältnisse an den Schwimmglockenknospen beider *Agalmopsis*-Arten. Hier trifft man, da alle Stadien der Glockenentwicklung nebeneinander vorliegen, immer auf Wanderzellen; zugleich sieht man auch bei *A. rubra* die directe Beziehung zum Bildungsherd, da dieser dicht dabei, unterhalb der Blase als gegen die Dorsalseite offener Ring um den Stamm geschmiegt liegt (Fig. 2) und die Wanderzellen vom Wulst aus quer über den Stamm hinweg, auf dem Stiele der betreffenden Glocken und auf diesen selbst sich vertheilen. Sehr bemerkenswerth ist, dass ausser diesen Wanderzellen, von genannter Krause her, auch noch andere von der Nährsäule her den Glocken zustreben, denn man trifft Wanderzellen auch längs der Ventrallinie des Schwimmsäulenstammes, wobei etwa 1—2 Cniden auf die von einer Glocke eingenommene Distanz kommen, proximal sogar noch mehr. Die Glockenknospen werden demnach von zwei Herden aus versorgt. Dies ist ein vereinzelt dastehender Fall und auch bei der nächstverwandten *A. elegans*, der die Stammkrause fehlt, findet Einwanderung nur von der Nährsäule aus statt. Da wir *A. rubra* phylogenetisch von *A. elegans* ableiten müssen, nicht umgekehrt (siehe meine Arbeit von 1898), so erklärt sich die Stammkrause als Neubildung, die aber die ältere Zufuhrquelle noch nicht entbehrlich machte.

Die an den Personen der Nährsäule beobachteten Wanderzellen entstammen sämmtlich — wenigstens an den postlarvalen Colonialstadien — den Basalwülsten der Polypen. Man trifft sie in der Auswanderung begriffen an den Polypenstielen und in der Dorsalkrause des Stammes, aus der die Anhänge hervorwuchern. Eine eigene Strasse wandern die Zellen, welche die Nesselknöpfe besiedeln. Der Befund, dass auch letztere von den Polypen aus versorgt werden, und zwar derart gründlich, dass auch nicht eine Cnide des Endfadens, des Nesselbandes und der accessorischen Batterie auf ihnen selbst entsteht, überraschte mich sehr. Wie war es nur möglich, das bis jetzt zu übersehen? Die oben gegebenen Erklärungen von der Ungunst der Conservirungsmethoden und daraus entspringenden Schwierigkeit, die jüngsten Knöpfe überhaupt unbeschädigt zu Gesicht zu bekommen, genügen nicht, denn es handelt sich zum Theil um grosse, oft verhältnissmässig riesengrosse Cniden, die nicht leicht übersehen werden können. Als triftigste Entschuldigung dürfte betrachtet werden, dass die Strasse, auf welcher die Knöpfe ihr Geschützmaterial erhalten, eine sehr versteckte ist, die selbst am Formolmaterial nicht leicht zu erkennen ist. Ich will zunächst die

Ueberwanderung der accessorischen Cniden von *Agalmopsis elegans* schildern.

Man muss am Formolmaterial einen Polypen sammt Fangfaden abtrennen, darauf den Fangfaden selbst sammt den anhängenden älteren Knöpfen abschneiden, dass nur ein ganz kurzes Stück, das die jüngsten Knopfknospen trägt, am Polypen sitzen bleibt. Diese Ablösung des Fangfadens, ohne dabei Knopfknospen mit abzureissen, ist bei der dichten Stellung und zarten Beschaffenheit letzterer schwierig. Ist aber das Präparat soweit gelungen, so ist doch noch nicht die Strasse sichtbar. Denn diese liegt in dem Winkel zwischen Basalwulst des Polypen und Fangfadenbasis, sie geht vom ersteren über letztere quer hinweg als ein schmaler Streifen, der von den Knospen schützend umstellt ist, direct auf die drei oder vier zu besiedelnden Knöpfe zu. In der Fig. 1 sehen wir einen Rest des Basalwulstes mit seiner dorsalen breiten Furche, in welche sich die ventrale anhanglose Fangfadenseite hineinschmiegt. Neben dem Basalwulst, gegen den Stiel zu, liegt der noch zu letzterem zu rechnende Grenzwulst, eine nesselzellose, bis jetzt noch nicht beschriebene Epithelverdickung, die den Stiel zu zwei Dritteln umgibt. Entgegengesetzt sehen wir die in Windungen — dem Gekröse ähnlich — gelegte Dorsalkrause des Fangfadens, an der die Knopfknospen entspringen. Man unterscheidet immer, in Oppositionsstellung zum Grenzwulste, zunächst eine Urknospe[1]),

[1]) In meinen früheren Siphonophorenarbeiten vertrat ich die Auffassung, dass der Fangfaden in toto, mitsammt allen Nesselknöpfen, eine Person repräsentire. Gestützt erschien diese Ansicht durch die Befunde bei gewissen Cystonectenarten und bei den Chondrophoren, welche nur einfach schlauchförmige Fangfäden ohne Nesselknöpfe besitzen. Indessen bin ich jetzt durch die Entdeckung der Urknospen anderer Ansicht geworden. Wir finden solche Urknospen immer, wenn an einer eng umgrenzten Stelle viele gleichartige Personen entstehen. So leiten sich die Gonophoren der Eudoxien von einer Urknospe ab, ferner die Schwimmglocken der Physophoren (wenigstens bei *Agalmopsis*); auch die Deckstücke der *Athorybia* und die des Athorybiastadiums (bei *Physophora* und *Agalmopsis elegans*) dürften von einer Urknospe abstammen; andere Fälle liessen sich noch anführen und werden sich zweifellos noch bei weiteren Untersuchungen ergeben. Daraus ergibt sich, wie mir scheint, aber auch die Personennatur der Nesselknöpfe. Der Fangfaden ist dann nichts weiter als eine Stielbildung, die bei Reduction der anhaftenden Personen (Fangfäden von *Physalia*) Selbständigkeit gewinnen und durch reichen Nesselzellbesatz letztere einigermassen ersetzen. Diese Selbständigkeit der Stiele würde ein Pendant in der vorzeitigen Anlage der Gonophorenstiele bei *Angela* finden. Wie hier die Entwicklung der Genitalzellen zur Stielbildung drängt, wobei der Stiel als verlängerte Urknospe sich darstellt; so im anderen Falle die Anwesenheit der jungen Nesselzellen, die zur Verwendung kommen müssen. Während aber bei der Genitalzellenbildung stets noch die eigentlichen Genitalzellenträger zur Ausbildung kommen, unterbleibt dieselbe nicht allzuselten bei

von welcher sich, abgewendet vom Polypen, die Knopfknospen abschnüren; diese letzteren stehen, weil in sehr grosser Zahl auf engem Raume entwickelt, in Curven, sämmtlich vom Polypen abgewandt. Hat man nun die Knospen zur Seite geschlagen und die ventrale Fläche des Fangfadens vom Basalwulst abgekrümmt, wie es die Figur zeigt, so wird bei günstiger Lage des Präparates ein Streifen sichtbar, in dem vom Basalwulst aus zum 16. bis ca. 19. Knopfe (deren distales Ende sich eben in Endblase und Seitenfäden zu spalten beginnt) die grossen stabförmigen accessorischen Cniden überwandern. Sie liegen dicht beisammen, unregelmässig parallel zu einander, deutlich erkennbar im flachen Fangfadenepithel, schieben sich auf die Nesselknopfstiele, häufen sich zunächst im proximalen Theile des Knopfes an und vertheilen sich dann in der einfachen kurzen Spirallinie, wie sie vom fertigen Knopfe bekannt ist. Sobald sie an der Verbrauchsstätte angelangt sind, beginnt die Reifung, die äusserlich sich vor allem in der Verdünnung und Verfestigung der Sklera bemerkbar macht.

Ebenso wie die accessorischen Cniden wandern auch die anderen über und es beginnt die massenhafte Besiedlung um einige Knopfknospen früher. Sie ist besser bei *Agalmopsis rubra* zu studiren. Rechts und links an der siebenten Knospe, die Seitenflächen derselben entlang, findet zunächst die Ueberwanderung der Endfadencniden statt; bereits die 7. Knospe zeigt meist schon den Endfaden vollständig (seitlich und dorsal) überwuchert, und rasch erfolgt nun auch die Besiedlung des Knopftheils mit den säbelförmigen Cniden des Nesselbandes. Wenn distal die Cniden schon in Reih und Glied und in fertiger Ausbildung stehen, liegen sie proximal noch wirr durcheinander und in demselben Zustande, in welchem sie den Herd verlassen haben. Der Endfaden ist längst vollkommen ausgebildet, wenn proximal am Kopfe endlich die definitive Anordnung hergestellt ist.

Schon dieses Moment allein muss die Ueberwanderung plausibel machen. Denn obgleich die ersten Cniden am proximalen Knopftheil auftreten, trifft man hier fertige zuletzt, dagegen am Endfaden zuerst. Das kann nur durch eine Verschiebung von Cniden erklärt werden, die vom proximalen Theil aus distalwärts erfolgt. Da aber

der Nesselzellenbildung und die eigentlichen Nesselpersonen können bis auf den gemeinschaftlichen Stiel ganz fehlen. Hinsichtlich der Chondrophorentaster möchte ich mich vorderhand einer bestimmten Meinungsäusserung enthalten. Es wäre sehr wohl denkbar, dass diese Taster wenig modificirte Polypen sind, von denen also jeder einem einzelnen Nesselknopfe verglichen werden müsste.

proximal kein Bildungsherd sich vorfindet, so müssen die Cniden noch von weiterher stammen; es kann als Herd nur der Basalwulst der Polypen in Betracht kommen, von welchem zuleitend die verbindenden Strassen nun auch festgestellt worden sind. Nachdem einmal der sichere Nachweis geführt war, habe ich auch bei den anderen Siphonophoren Gleiches erkannt, so vor allem bei *Forskalia* und unter den Calycophoren bei den am besten zu untersuchenden *Rosacea*-Arten.

Von *Physalia* habe ich die Versorgung der Fangfäden von den basal ansitzenden sogenannten „Tentakelbläschen" bereits 1896 beschrieben. Bei *Agalmopsis rubra* fand ich später besonders die jüngsten Stammgruppen zur Untersuchung der Ueberwanderung gut geeignet, da hier die Knopfknospen weniger dicht gedrängt stehen als bei den älteren und vor allem die älteren Knopfstadien noch ganz fehlen. Hier kann man eine Ueberwanderung der kleinen Cniden bereits auf die 6. Knopfknospe constatiren. Das weitaus beste Material, allerdings auch das weitaus seltenste, bietet aber eine von mir in Messina in einem einzigen verstümmelten Exemplare neu gefundene Physophorenart, die ich *Plutus*[1]) *cnideuporus*[2]) nennen will, bei der sowohl die Nähr- wie die Tastpolypen echte Nesselknöpfe, die denen der *Forskalia*-Arten ähneln, aber gestreckt sind, tragen. Hier ist die Production an Knöpfen, vielleicht wegen der überreichen Zahl an Wehrthieren, eine geringe. die Knospen stehen, wie Fig. 3 zeigt, in weiten Entfernungen voneinander und sind ausserdem nur in der Zwei- oder Dreizahl vorhanden, so dass die Wanderzellen leicht festzustellen sind. Bei dieser Form müsste eine directe Beobachtung der Ueberwanderung, die ich nicht vornahm, leicht auszuführen sein.

Iwanzoff erhebt auf Seite 328—329 gegen die Annahme der Ueberwanderung einen Einwand und versucht zugleich eine neue Erklärung für die Bedeutung der Basalwulste an den Polypen zu geben, die beide ich hier einer Kritik unterziehen muss. Er meint: „A priori scheint eine solche Emigration sehr zweifelhaft zu sein, da erstens bei vielen Siphonophoren in der ganzen Ausdehnung der Fangfäden dicht bis an die Nesselknöpfe, Nesselkapseln überhaupt nicht oder nur in sehr beschränkter Anzahl vorkommen, so dass die Emigration, wenn sie auch existirte, ungenügend wäre zur Ergänzung der ungeheuren Anzahl der Nematocysten, welche ver-

[1]) Nach dem griechischen Gott des Ueberflusses Plutos.

[2]) Im Ueberfluss mit Cniden ausgestattet.

braucht werden." — Allerdings wenn jemand eine derartige Besiedlung der Knöpfe vertreten wollte, so wäre es leicht, ihn zu widerlegen; aber ein solcher Gedanke ist wohl noch von niemand geäussert worden. Was hätte denn die Anwesenheit junger Nesselzellen auf den entfernteren Theilen des Fangfadens für einen Zweck, da ja die Knopfknospen bereits in engster Nähe vom Polypen mit sämmtlichen Cniden ausgerüstet sind und die Knöpfe nach dem Gebrauche nicht neu ausgestattet — was in Hinsicht auf den kunstvollen Bau ganz unmöglich wäre —, sondern abgestossen werden? Die eventuell auf den Fangfäden vorhandenen Cniden stehen in gar keiner Beziehung zu den Knöpfen, sondern sind wahrscheinlich verirrte Wanderer.

Die „Magazine embryonaler Nematocysten" sollen nun nach Iwanzoff direct die Bildungsstätten der Fangfäden (sammt Nesselknöpfen) selbst sein, derart, dass letztere „von der Basis an auf Kosten des Nesselwulstes . . . wachsen". Diese Ansicht bedeutet, schärfer präcisirt, die Annahme eines directen Zusammenhanges der Knospenseite des Fangfadens mit dem Basalwulst des Polypen, so dass als ectodermales Epithel die Knospen direct das cidenreiche Epithel des Basalwulstes übernehmen würden.

Das ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall, da die Knospen, völlig vom Basalwulst getrennt, sich von einer Urknospe abschnüren, also ihr eigenes Epithel besitzen. Selbst also, wenn die benachbarten Massen jugendlicher Cniden des Basalwulstes (denn die Deckzellen kommen nicht in Betracht, da sie ja in ihrer Lage fixirt sind) durch die fortwährend neu sich ausbildenden Massen über die Fangfadenbreite vorgedrängt würden, bis zur sechsten oder siebenten Knospe bei *Agalmopsis rubra*, so müssten sie doch auf den Knospen eine Wanderung beginnen, da sie ja das Knospenepithel nicht verdrängen — die Umbildung dieses in die dorsale Drüsendecke erfolgt erst später —, ja nicht einmal in grösseren Mengen sich zwischen dasselbe einkeilen, sondern, einzeln gestellt, zwei schmale Streifen bis zum distalen Knopfende bilden. Also falls auch die Annäherung der jugendlichen Cniden an die Knopfknospen nicht auf Wanderung, sondern auf übermässige Wucherung des Basalwulstepithels zurückzuführen wäre, so würde doch die Besiedlung der Knöpfe selbst nur durch Wanderung vermittelt werden.

Aber auch diese Einräumung besteht nicht zu Recht. Wir finden in den an die Fangfadenbasis angrenzenden Theilen des Basalwulstes nicht blos zur Besiedlung der Knöpfe reife Cniden, sondern auch alle möglichen jüngeren Stadien; die ersteren sind

nur in der Mehrzahl. Auf der Fangfadenbreite trifft man aber nur Wanderzellen und das Gleiche gilt auch für die Knopfknospen; aus einem dichten Gewirr aller möglichen lose angehäuften Entwicklungsstadien verlassen also nur die geeigneten, die reifsten den Basalwulst; die anderen, obgleich auch nicht in ihrer Lage fixirt, bleiben im Wulste zurück. Das erklärt sich aber nur durch selbstständige Ueberwanderung wanderfähiger Elemente. Besonders auffällig ist diese Thatsache bei den grossen accessorischen Cniden. die eine eigene Strasse schon vom Basalwulst aus verfolgen und in einfacher oder doppelter Reihe sich den Knöpfen nähern. Hier überzeugt man sich auf dem ersten Blick, dass nur von einer Ueberwanderung die Rede sein kann.

Zusammenfassung: Das Resultat vorstehender Betrachtungen ist: Alle Nesselzellen der Siphonophoren entstehen an localisirten Bildungsherden, von denen aus sie in einem bestimmten Entwicklungsstadium als Wanderzellen auf die Verbrauchsstätten überwandern.

2. Erste Anlage.

a) Bildungszellen: Die in den Interspatien zwischen den pfeilerartig ausgezogenen Epithelzellen an den Bildungsherden befindlichen indifferenzirten Zellen, aus denen die Nesselzellen hervorgehen, sind schon so oft beschrieben worden, dass ich mich auf wenige Worte beschränken kann.

Sie sind von der mannigfaltigsten Form (Fig. 23 und viele andere) und meist protoplasmaarm, oft so sehr, dass sie fast nur aus dem Kern zu bestehen scheinen. Ihr Aussehen wechselt je nach der Conservirung. Die lebende Zelle ist so durchsichtig, dass kaum der grosse blasse Nucleolus erkannt werden kann. Dies gilt auch für die Wachsthumsstadien. Essigsäure zeigt ein glänzendes gleichartig maschiges Plasmagerüst und den Kern stark gekörnt. Bei Osmiumsäure sind Plasma und Kern sehr licht und durchsichtig, fast homogen; ersteres leicht schaumig durch eingebettete Vacuolen, in letzterem nur der Nucleolus deutlich sich markirend. Formol zeigt eine ähnliche, nur weniger homogene, mehr körnige Beschaffenheit. Sehr undurchsichtig sind die Zellen bei Sublimatconservirung, da hiebei die Zwischensubstanz gefällt wird und besonders der Kern sehr dicht und trüb erscheint. — Diese Charaktere variiren natürlich bei jeder Fixirungsmethode. — Den Theilungsvorgängen habe ich wenig Beachtung geschenkt, bin aber mit Murbach (1894) der Ansicht, dass die Theilung der Bildungszellen eine

amitotische ist. Niemals findet sich eine Spindel, wie es für die jungen Geschlechtszellen bezeichnend ist. Die Theilung erfolgt rasch, denn hantelförmige Zellen oder gar sich theilende Kerne sind selten zu beobachten; — mit der Theilung dürfte oft ein Zerfall des Nucleolus in zahlreiche kleine Brocken Hand in Hand gehen (Fig. 24, 25).

Die Ableitung mehrerer Bildungszellen von einer Mutterzelle markirt sich sehr deutlich in der Gruppirung ersterer und in der gleichen Entwicklungsstufe der eingelagerten jungen Cniden. Immer findet man mehrere gleichalterige Wachsthumsstadien beisammen, und zwar zumeist deren acht. Dies gilt sowohl für die Zellen mit kleinen als mit grossen Cniden. Murbach fand in solchen, unzweifelhaft einer Bildungsperiode angehörigen Elementen auch Wachsthumsstadien verschiedenen Alters. Ich machte niemals eine derartige Beobachtung; vielmehr erwies sich mir, besonders bei den jüngsten Stadien, an Schnitten die gleiche Beschaffenheit benachbarter Elemente oft als guter Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Zellen.

Die Bildungszellen häufen sich in der Tiefe des Basalwulstepithels an und entwickeln hier die erste Cnidenanlage. Allmählich rücken sie an den Stützpfeilern empor, diese oft umkleidend wie die Aehrenbüschel eine Garbe. An der Peripherie trifft man ältere Stadien; hier erfolgt auch die Einstülpung des Schlauches bei den kleineren Cnidenarten. Die grossen Wachsthumsstadien dagegen liegen zwischen den Pfeilern in verschiedener Höhe, die Zwischenräume locker ausfüllend. Sie fallen bei Isolationen daher am leichtesten aus dem epithelialen Verbande heraus. Uebrigens ist diese Anordnung keine schematisch-gesetzmässige; sie ist um so undeutlicher, je niedriger das Epithel der Bildungsstätte bleibt, z. B. also bei der neuen Physophore *Plutus cnideuporus*, deren Basalwulst sehr lang gestreckt, aber nicht dick ist.

b) Historisches: Ueber das erste Auftreten der Cniden in den kleinen Bildungszellen existiren recht verschiedene Angaben, die alle meinen neuesten Befunden gemäss nicht völlig das Richtige treffen. Da sie eingehend in dem Lendenfeld'schen Referate (97) besprochen sind, hebe ich hier nur das Wichtigste hervor. Die einen [Jickeli (82), Nussbaum (87), Bedot (96), ich (94), Zoja (93) und Iwanzoff (97)] lassen die Kapsel aus einem hellen Bläschen im Protoplasma hervorgehen. Nach Chun (92) wächst ein Protoplasmazapfen, der zur Kapsel wird, in eine Vacuole ein. Nach Murbach (94) endlich entsteht ein sogenannter „Kapselkeim", welcher die

Anlage des Cnidariums (nach unserer Benennung) vorstellt, im Kern, wo er sich vom Nucleolus abhebt, dann ins Protoplasma überwandert und sich hier mit einem hellen Hofe („Secretraum") umgibt. Gehen wir nun auf diese Ansichten näher ein, so erweist sich, wie ich bereits 1894 zeigte und Iwanzoff (97) bestätigte, die letztere, Murbach'sche, vollkommen unhaltbar, weil auf einem Beobachtungsfehler beruhend. Denn weder entsteht die Cnide im Kern, noch — und das ist das Bezeichnende — verbleibt sie in ihm bis zu einer Grösse, wie es Murbach darstellt. Von solchen Stadien, wie aber auch von den allerjüngsten, ist der Nachweis leicht zu führen, dass sie ausserhalb des Kerns liegen, wenn auch, und das gilt besonders für die jüngsten, seitlich diesem dicht angeschmiegt. Murbach hat, wie es scheint, überhaupt diese jüngsten Stadien gar nicht gesehen.

Um es kurz zu machen, auch alle anderen Autoren haben die ersten Stadien nicht gesehen, zum mindesten konnten sie von ihrem Materiale nicht mit Sicherheit aussagen, dass es thatsächlich die ersten Stadien seien. Die von Jickeli, Nussbaum, Bedot, von mir, Zoja, Chun und Iwanzoff dargestellten und beschriebenen Gebilde sind alles schon ältere Anlagen, denn die jüngsten sind als solche von den Vacuolen des Protoplasmas gar nicht mit den gewöhnlichen Methoden zu unterscheiden. Was Iwanzoff auf Tafel 6 als jüngstes Stadium (Fig. 84) zeichnet, kann ebensogut eine bedeutungslose Vacuole sein wie die in Fig. 33 von mir abgebildeten, früher auch von mir bestimmt als jüngste Cniden gedeuteten hellen Einlagerungen. Keinen Zweifel lassen dagegen die in Fig. 30—32 dargestellten Bilder. Diese konnten aber nur durch Anwendung einer specifischen Färbungsmethode gewonnen werden, die zugleich auch über die feinere Beschaffenheit der jungen Cnide erwünschten Aufschluss gab.

c) Sicherer Nachweis: Die jüngsten Cnidenstadien werden nur bei Anwendung jener Farbstoffe mit Sicherheit erkannt, die man zum speciellen Nachweis elastischer Fasern braucht. Orcein und das von Weigert (98) eingeführte Färbemittel (hier als „Weigertfärbung" bezeichnet) ergeben höchst prägnante Bilder, die jeden Irrthum ausschliessen. Ich gebrauchte beide Farbstoffe zur Darstellung der Skleraschicht (daher hier „Skleratinction" genannt), die auf andere Weise nicht gefärbt werden kann. Hiebei erhielt ich nicht allein Auskunft über das erste Auftreten der Skleraanlage, sondern auch über das der Cnide selbst.

Als erste Anlage der Cnide sind winzige (siehe Fig. 30—32) Körper von kugelig-eiförmiger Gestalt zu betrachten, die durch

Skleratinction dicht am Kerne der Bildungszellen sichtbar werden. Sie unterscheiden sich nur durch dunkelbraune Färbung von den Zellvacuolen. Während sie, z. B. bei Gentianatinction, bis auf einen — zunächst nicht sicher erkennbaren centralen dunkleren Fleck, farblos erscheinen, bemerkt man gerade umgekehrt die Randpartien des braunen Körpers dunkler gefärbt als das Centrum, soweit dies überhaupt an dem winzigen Object möglich ist. Vergrössert sich nun die Anlage, wobei sie je nach der Cnidenart sofort verschiedene Formen gewinnt (Fig. 36, 54, 131 u. a.), so wird am Gentianamateriale der centrale dunklere Fleck, am Orceinmateriale umgekehrt der helle Innenraum immer deutlicher und man unterscheidet scharf zwischen zwei constituirenden Elementen, die wir zunächst ganz indifferent als „Anlagekern“ und „Anlagemantel“ bezeichnen wollen.

Von einer Membran im Umkreis der ganzen Anlage, die nach mir (94) und Iwanzoff (97) vorhanden sein sollte, ist nichts zu bemerken, die Annahme einer solchen auch aus anderen Gründen unhaltbar. Vielmehr liegt die Anlage frei im Protoplasma, und wenn dieses an älteren Stadien einen glänzenden Saum um den in vivo flüssigen Anlagemantel bildet, so handelt es sich nur um eine Verdichtung durch die Reagentienwirkung.

Anlagekern und Anlagemantel repräsentiren zusammen das Cnidarium. Da aber eine sichere Deutung erst an den späteren Stadien möglich ist und nur von diesen rückschliessend die Cnidenanlage verstanden werden kann, so soll zunächst die Weiterentwicklung der Cnide untersucht werden. Ich möchte, bevor ich dazu übergehe, einem naheliegenden Einwand betreffs der Untersuchung von Schnitten, die sehr wichtig ist, vorbeugen; dass nämlich die auf Schnitten erkannten jüngsten Stadien vielleicht nur Querschnitte älterer Stadien seien. In manchen Fällen könnte darüber wirklich Zweifel herrschen, wenn nicht verschiedene Unterscheidungsmittel vorlägen. Diese ergeben sich zuerst aus der Nebenlagerung gleichaltriger Stadien; ferner daraus, dass die jüngsten Cniden immer in der Tiefe des Epithels und selbstverständlich auch in den kleinsten Bildungszellen gefunden werden. Schliesslich aber ist es bei verschiedener Tubuseinstellung nicht schwer, einen Querschnitt von einer Anlage in toto zu unterscheiden, da ersterer in die Höhe und Tiefe des mindestens 2 μ dicken Präparates weiterläuft, während die kugelig-eiförmige erste Anlage nur in einer Einstellung scharf sichtbar ist. Wenn wir uns erinnern, dass Murbach nicht die extranucleäre Lage seines „Kapselkeimes“ immer festzustellen vermochte, mag die Erwähnung dieser Kriterien nicht überflüssig erscheinen.

3. Formbildung.

a) Vor der Schlauchanlage: Für jede Cnidenart ist die Form der ersten Wachsthumsstadien eine andere. Nur die allererste Anlage, wie wir sie beschrieben haben, dürfte für alle die gleiche sein; man wird jedoch die ersten Anlagen der grossen Cnidenarten in etwas grösseren Bildungszellen suchen müssen als die der andern. Die rasch sich bemerkbar machenden Unterschiede liegen in Form und Wachsthumsgeschwindigkeit (von anderen hier abgesehen). Wir unterscheiden an den Nesselknöpfen vier Arten von Cniden, deren Entwicklungsstadien natürlich in den Basalwülsten der Polypen vorkommen müssen. Das Nesselband besteht vor allem aus den säbelförmigen Cniden, die das Hauptcontingent am Knopf und am Basalwulst stellen. Neben ihnen finden sich die grossen accessorischen Cniden in geringer Zahl, die mit den grossen Cniden der anderen Personen übereinstimmen oder (z. B. *Agalmopsis elegans*) von ihnen verschieden (länger, gestreckter) sind. Am distalen Knopfende in vier Gruppen und auf dem Endfaden finden sich die kleinen birnförmigen Cniden; auf dem Endfaden ausserdem noch die kleinen stabförmigen Cniden, die wir als eine Abart der säbelförmigen betrachten dürfen und die in der Entwicklung nicht oder allein durch geringere Grösse unterschieden werden können. Leicht festzustellen sind die Jugendstadien der säbel- und birnförmigen Cniden; schwieriger die der accessorischen, die ich anfangs mit den merkwürdigen Jugendstadien einer seltenen fünften Cnidenart verwechselte. Diese sonderbaren auffallenden Gebilde dürften vielleicht auf die sehr kleinen Cniden zu beziehen sein, die sich vereinzelt über dem Nesselbande zwischen den Drüsennäpfchen (Fig. 218) vorfinden und durch relativ grosse, starre Cnidorils ausgezeichnet sind. Merkwürdig ist nur die verhältnissmässig ansehnliche Grösse der jungen Wachsthumsstadien, die, wie bemerkt, zunächst auf jüngste Stadien der grossen Cniden schliessen lässt.

Die erste Anlage der säbel- und der birnförmigen Cniden wächst sofort in die Länge (Fig. 37, 54 u. a.), wobei indessen die junge birnförmige Cnide durch etwas bedeutendere Dicke und charakteristische Verschmächtigung des vorderen Endes (Fig. 39) unterschieden werden kann. Bei den accessorischen Cniden erfolgt zunächst ein allgemeines Wachsthum nach allen Dimensionen; erst später streckt sich die Anlage. Alle diese Anlagen erscheinen im Leben und conservirt als helle Bläschen, die sich — eher oder später — um den Kern krümmen und ein vorderes stumpferes Ende (Wachsthumspol) von einem hinteren spitzeren Ende (Fusspol) unterscheiden lassen. An

ersterem legt sich später der Schlauch an. Er entsteht erst nach Krümmung des Cnidariums, bei den accessorischen Cniden also, wie die Fig. 139 u. a. zeigen, ziemlich spät. Hier ist die Krümmung eine stärkere als bei den anderen Cnidenarten; am schwächsten ist sie bei den birnförmigen. Wird die junge lebende Cnide bei Zerreissung des Plasmas frei, so streckt sie sich infolge der Elasticität ihrer Wandung; die Krümmung ist also nur eine durch Raummangel erzwungene und wird beim weiteren Wachsthum um so geringer, je mehr die Cnide anschwillt.

Die fünfte Art der Entwicklungsstadien lässt jede Krümmung vermissen, die junge Anlage ist eine völlig kugelige (Fig. 72). Sie erinnert dadurch an die der accessorischen Cniden (Fig. 131 u. a.), unterscheidet sich aber sehr wesentlich ausser durch structurelle Merkmale (siehe unten) durch die minimale Grösse des Kerns und überhaupt der Zelle, in der sie eingelagert ist. Uebrigens habe ich diesen Entwicklungsstadien am wenigsten Aufmerksamkeit zugewendet.

Die enge Benachbarung der Cnidenanlage zum Kern und ihre Krümmung um diesen herum wurde besonders von Murbach stark betont. Da Murbach auch bei der Schlauchbildung eine Abhängigkeit des Schlauches vom Kerne constatiren zu können glaubte, indem das wachsende Schlauchende den Kern eng umfassen soll, so findet er darin eine Bestätigung der „Thatsache, dass die Bildungsthätigkeit der Zelle von der Lage des Kerns in derselben abhängt". Es fällt mir nun nicht ein, diesen Satz in anderweitiger Hinsicht anfechten zu wollen; für die jugendlichen Cniden kann ich mich dagegen Murbach nicht anschliessen. Denn ganz abgesehen davon, dass die Schlauchbildung, wie wir sehen werden, völlige Unabhängigkeit von der Kernlagerung zeigt, liegt auch für die Kapselentwicklung kein das Gegentheil erweisender sicherer Befund vor. Die Kapsel krümmt sich um den Kern einfach deshalb, weil sie keine andere Position in der kleinen Zelle einnehmen kann. Der Wachsthumspol liegt dem Kerne nicht näher als der proximale Pol, gelegentlich weist er direct von ihm weg, nie ist nur auch das allergeringste Zeichen zu erkennen, dass etwa Kernsubstanz bei der Bildung des Anlagekerns oder -Mantels Verwendung fände. Ich räume nur ein, dass der Kern für das Wachsthum der Bildungszelle von Wichtigkeit ist, worauf die Anwesenheit des grossen Nucleolus hinweist (den wir z. B. in wachsenden Genitalzellen auch antreffen). Die specifische Bildungsthätigkeit, also die Bildung des Secretes und der Skleraanlage, ist dagegen zweifellos nicht im geringsten vom Kern aus bestimmt,

sondern nur das Werk des Protoplasmas. Und zwar stelle ich mir vor, dass bestimmte, für die Bildungszellen charakteristische Granula des Plasmas durch reichliche Vermehrung das Secret und die Skleraanlage liefern. Wir werden später einige Gründe für diese Auffassung vortragen können.

b) Schlauchanlage: Der Schlauch erscheint am lebenden Objecte als directe, wenn auch dünnere Fortsetzung des hellen Kapselbläschen und löst sich wie letzteres leicht aus dem Protoplasma bei Isolation der Zellen heraus. Diese Thatsache sei hier besonders betont, wir werden unter 4. darauf zurückkommen. Kapsel und Schlauch hängen mit dem umgebenden Protoplasma nur an zwei Stellen zusammen; die Kapsel am Wachsthumspol — was aber nur an gewissen Präparaten nachweisbar ist, siehe unter 4. —, der Schlauch an seinem freien Ende, wo, wie Fig. 21 zeigt, leicht Plasmatheile haften bleiben. Im ganzen übrigen Bereich ist die Cnidenwand glatt und unbefestigt. Das Wachsthum des Schlauches erfolgt am freien Schlauchende, dessen Umgebung durch eigenartige Differenzirung schon darauf hindeutet. Uebrigens ergibt sich diese Thatsache auch aus der leicht zu machenden Beobachtung, dass zunächst das Basalstück des Schlauches und dann erst der Fadentheil entsteht, wie die Figuren zeigen. Auf die Wichtigkeit dieses Befundes gehen wir sogleich näher ein.

Wir verdanken Jickeli (82) die erste Mittheilung über eine äussere Anlage des Schlauches. Nachdem 1897 selbst Chun sich damit abgefunden hatte, musste es stark befremden, dass im gleichen Jahre von Iwanzoff aufs neue die intracapsuläre Entstehung, allerdings in stark modificirter Weise, den neueren Beobachtungen angepasst, vertreten werden konnte. Wir müssen schon hier auf die Iwanzoff'sche Ansicht eingehen, denn es wird sich zeigen, dass schon die soeben mitgetheilte Thatsache einer apicalen Bildung des Schlauches genügt, sie umzustürzen, und dass Iwanzoff nicht alle Factoren berücksichtigte, als er mit dem unbestreitbaren Auftreten äusserer Schlauchwindungen während der Entwicklung ein gleichzeitiges Einwachsen ins Kapselinnere vereinigen wollte. Es kommt Iwanzoff gar nicht in die Gedanken, dass das, war er für den „inneren Schlauch" hält, etwas anderes als die eingestülpte Schlauchwandung sein könnte.

Iwanzoff unterscheidet bei der Bildung des Fadens (es ist der gesammte Schlauch gemeint) „zwei Processe — das Auswachsen nach aussen und die Einstülpung nach innen —, welche annähernd gleichmässig und gleichzeitig fortgehen". Den „Process der Faden-

bildung kann man sich so vorstellen, als ob der Faden zuerst nach aussen wüchse, um dann sofort sich nach innen einzustülpen. Von einem gewissen Momente an überwiegt der Process des Nachaussenwachsens den Process der Einstülpung, und wird hiedurch ein Faden gebildet, welcher ausserhalb der jungen Nematocyste liegt und immer aus zwei ineinander liegenden Röhrchen besteht — dem inneren Faden, der sich in den Knäuel“ (bereits in die Kapsel eingestülpten Theil) „innerhalb der Kapsel fortsetzt, und dem äusseren, der sich an seinem Ende einstülpt und auf diese Weise in den inneren Faden übergeht. Zugleich mit dem Wachsen der Kapsel verlängert sich ein solcher Faden und bildet ausserhalb derselben entweder Schlingen oder eine Spirale von zahlreichen Windungen“.

Eine gleichzeitige Aus- und Einstülpung ist aber nur dann möglich, wenn der Schlauch vom Wachsthumspole der Kapsel aus entsteht. Denn was zuerst entsteht und demzufolge zuerst eingestülpt wird, ist ja der freie Endabschnitt des Schlauches; somit müsste der proximale Abschnitt, das Basalstück, als derjenige, welcher zuletzt eingestülpt wird, auch zuletzt entstehen. In Wahrheit ist aber, wie auch Iwanzoff schildert und darstellt, das Basalstück der zuerst entstehende Theil des nach aussen vorwachsenden Schlauches. Liegt nun etwa der Wachsthumspol des Schlauches von dem der Kapsel gesondert, und zwar, was ja auch denkbar wäre, an der Spitze des ausserhalb auswachsenden Schlauches? Diese Annahme wäre die einzige, die Iwanzoff's Deutung retten könnte; dann müsste man aber ein Doppelwachsthum des Schlauches nach zwei verschiedenen Richtungen hin annehmen: ein Wachsthum, das zur Verlängerung des inneren, und eines, das zur Verlängerung des äusseren Schlauches führt, ein Wachsen nach vor- und nach rückwärts.

Ich glaube nicht, dass Iwanzoff selbst eine solche Auffassung der Schlauchbildung vertreten möchte, da ja dann der eine Theil des Schlauches sofort in contrahirtem Zustande entstünde, während der andere durch längere Zeit stark geweitet würde. Uebrigens lohnt es sich nicht weiter, auf diese Eventualität einzugehen; denn der Nachweis ist ja leicht zu führen, dass das, was Iwanzoff den inneren Schlauch nennt, gar nichts mit der Schlauchwandung zu thun hat.

Das Auswachsen des Schlauches ist bei allen Cnidenarten ein gleichartiges und scheint in allen Stadien im gleichen Tempo vor sich zu gehen, wenigstens trifft man (trotz Murbach's entgegenstehender Ansicht) Stadien aller Art etwa gleich häufig. Das Basal-

stück setzt sich scharf von der Kapsel ab, in deren Krümmungsebene (Sagittalebene) es sich übrigens hält, bewahrt eine gleichmässige Stärke, und erst an seinem Ende verdünnt es sich rasch zum Faden, der nun seinerseits, gleichfalls unter Bewahrung des zuerst angenommenen Durchmessers, die eingeschlagene Richtung fortsetzt, sich dabei seitlich an der Kapsel vorbeischiebt und in einer Spirale aufrollt. Man kann sagen, dass Kapsel, Basalstück und Faden eine fortlaufende Spirale bilden, derart, dass Kapsel und Basalstück die äusserste Windung, der Faden die inneren Windungen, von denen wieder die äusseren die älteren sind, bildet.

Durch das Dickenwachsthum der Kapsel erleidet dies Schema eine leichte Abänderung. Denn da die Hauptmasse des Protoplamas der concaven Seite der Kapsel angelagert ist — was um so deutlicher hervortritt, je mehr die Kapsel anschwillt —, der Schlauch aber diesem Protoplasmarest sich einfügt, so verschiebt sich die Ebene, in der die Schlauchspirale liegt, zumeist — bei den säbelförmigen Cniden nicht immer — aus der Sagittalebene in die Frontalebene. Eine weitere Abänderung veranlasst der Raummangel, indem sich die Schlauchwindungen leicht übereinander verschieben in derselben Weise, in der sich die eine Hälfte der Schlauchspirale in toto über die anschwellende Kapsel verschoben hat. Ferner gibt es noch andere Unregelmässigkeiten, wie Verschlingungen, zickzackartige Krümmungen (Fig. 99, 113), die aber das geschilderte Anordnungsschema nicht verwischen. Nur bei sehr langgestreckten Cniden (z. B. bei Anthozoen), besonders wenn der Schlauch kurz ist, dürfte es öfters überhaupt nicht zur Bildung einer Spirale kommen, da dann dem Schlauche Raum zu unregelmässiger Verschiebung gegeben ist (siehe unten). Niemals aber liegt der Schlauch — und das dürfte vielleicht für alle Cnidarier gelten — rein in der Transversalebene aufgerollt, in Windungen die Kapsel umschlingend (nur das Vorderende erweist sich gelegentlich [birnförmige Cniden] von den ältesten Windungen umzogen); eine Thatsache, die sich übrigens aus den weiter unten mitzutheilenden Beobachtungen über die Fixation des Wachsthumspoles von selbst ergibt.

Versuchen wir nun, den Wachsthumsvorgang des Schlauches genauer zu analysiren. Das proximale Ende (Ansatzpunkt) ist am Wachsthumspole der Kapsel fixirt, das distale Ende, wo die Neubildung sich vollzieht, zeigt gleichfalls immer ungefähr dieselbe Lage, zur Seite der Kapsel im Centrum der geschilderten Spirale. Jede entstehende Windung ist ihm zunächst benachbart, bis neue sich ein-

schieben und die älteren nach auswärts verdrängen. Wie haben wir uns nun diese gewiss bedeutungsvollen Vorgänge im einzelnen vorzustellen?

Zwei Ansichten liessen sich a priori hinsichtlich der Schlauchbildung aufstellen. Entweder es wächst der Wachsthumspol unter steter Verschiebung immer tiefer ins Protoplasma ein, dies dabei aufzehrend; oder aber der Pol ist fixirt und das Protoplasma strömt zu ihm hin, während der neugebildete Schlauch sich gewissermassen zwangsweise, der eigenen Elasticität gehorchend, peripheriewärts verschiebt und spiral um den Bildungspunkt herumlegt. Erstere Ansicht finden wir bei Murbach geäussert (pag. 239), sie erscheint auch auf den ersten Blick hin sehr naheliegend, da sie den Verbrauch des Protoplasmas leicht verständlich macht. Es wird immer mehr Plasma verbraucht, folglich muss sich das distale Schlauchende vorwärts schieben. Indessen hätte schon die von Murbach so lebhaft vertretene Annahme, dass das Schlauchende dem Kerne dauernd eng benachbart sei, auf den zweiten Bildungsmodus hinweisen müssen; ausserdem die meist so regelmässige spirale Anordnung der Windungen, die bei ersterem Bildungsmodus geradezu unverständlich bleibt. Ist der Wachsthumspol in der Zelle im grossen Ganzen fixirt und der Schlauch von einiger Elasticität, so muss er sich bei der gegebenen engen Benachbarung der beiden Endpunkte in Spiralen legen. Die Anordnung erklärt sich also aus der Fixation des Bildungspoles am Kerne sehr leicht; wie verträgt sich aber der Bildungsvorgang selbst mit der Fixation?

Auch diese Frage würde sich bei Annahme, dass der Wachsthumspol an den Kern gebunden ist, unschwer beantworten lassen. Denn der Kern gilt ja als Centrum der Wachsthumsvorgänge in der Zelle (Murbach 94, siehe oben), Neuzufuhr von Bildungsmaterial kann also hier nicht ausbleiben. Indessen ist diese Lagebeziehung des Wachsthumspoles zum Kerne nichts als eine Fabel. In Wahrheit ist mir auch nicht ein Fall zu Gesicht gekommen, wo der Kern im Centrum der Schlauchspirale gelegen hätte, vielmehr fand ich ihn bei *Forskalia*, *Agalmopsis* und *Physophora* stets seitwärts von der Spirale, den äusseren Windungen und der concaven Kapselseite benachbart. Die Schlauchspirale legt sich bei Betrachtung der Sagittalfläche über ihn, derart, dass ihr Mittelpunkt auf die Kapsel und centralwärts vom Kerne zu liegen kommt. Dass man sich über diese Lagebeziehungen so lange täuschen konnte — denn auch Iwanzoff vertritt die Murbach'sche Anschauung und sagt pag. 347 nur, dass sich die Windungen „nicht immer um den Kern legen" —,

erklärt sich aber sehr leicht daraus, dass auch, wie bereits oben bemerkt, die Umgebung des Wachsthumspunktes durch besondere Structur und einige Affinität zu Farbstoffen sich aus dem übrigen Protoplasma, wenn auch nicht so auffallend als der Kern, abhebt.

Methylenblaufärbung ist in dieser Hinsicht günstig, da sich die Bildungszone als heller Fleck vom dunkel gefärbten Protoplasma sondert. Bei Carminfärbung ist im Gegensatz dazu die Bildungszone rosa tingirt, hebt sich also ähnlich wie der Kern vom hellen Plasma ab. Da ausserdem die Schlauchwindungen und die oft starren — weil durch Reagentienwirkung verdichteten — glänzenden Protoplasmaleisten dazwischen den Kern verdecken, so ist hiedurch der Fehler der früheren Beobachter leicht erklärt. Auch am lebenden Object markirt sich die Bildungszone deutlich und oft ist auch das in der Regel dickere Schlauchende so stark keulig geschwollen, dass es einen Kernkörper vortäuschen kann. Essigsäurezusatz zeigt aber rasch den Irrthum, da dadurch der Kern mit seiner charakteristischen körnigen Structur deutlich wird.

Da nun aber trotz dieser Unabhängigkeit in der Lage zum Kern der Wachsthumspol doch seine Position beim Heranwachsen des Schlauches nicht wesentlich verändert, so muss das an einer specifischen Beschaffenheit des dort befindlichen Plasmas liegen, wie sich übrigens ja auch aus den mitgetheilten Beobachtungen von selbst ergibt. Ich muss, um diesen Punkt erörtern zu können, zunächst meine Auffassung vom Bau der Zelle, die ich 1891 zuerst publicirte und dann 1892 weiter ausspann, kurz recapituliren. Zwar hat Bütschli mich 1892 anscheinend so gründlich abgefertigt, dass niemand seitdem mehr auf meine Ansichten zurückgekommen ist; ich selbst wurde aber durch die Bütschli'schen Einwände nicht im geringsten überzeugt, vielmehr durch meine späteren Arbeiten nur mehr in den alten Anschauungen bestärkt. Ich finde in der Zelle, gleich Flemming, Altmann u. a., eine hochcomplicirte organische Structur, gegeben durch die Anwesenheit unzähliger verschiedenartiger Lebenseinheiten, von denen die eine Art (oder mehrere) ein solides Gerüstwerk baut, während die anderen in den Maschen sich vertheilen. Wenn ich von Maschen rede, so meine ich nur das optische Bild, in Wirklichkeit scheint mir das Gerüst primär aus losen Fäden zu bestehen, die nur secundär sich zu Alveolen- oder anderen Wandungen durch Verklebung verbinden. Solch ein Verbindungsproduct ist, wie wir weiter unten sehen werden, die Propria der Cnide. Da solcher Anschauung gemäss das Gerüst bei Bildung des Schlauches verbraucht wird, so kann demnach die Fixation des Wachsthumspoles

einzig und allein durch die Ausbildung des Schlauchsecretes bedingt sein. Und in der That, wenn wir uns die Secretbildung vorzustellen suchen, bleibt keine andere Annahme übrig, als dass ein localisirter Herd von bestimmt differenzirten Granula vorhanden ist, der unter regster Vermehrung das Nesselsecret liefert. Diese Anschauung, die wir bereits für die Bildung der Kapsel vertreten haben, wird unter 6. einige Stützen erhalten.

c) Wachsthumsabschluss: Recapituliren wir zunächst die unter 3. gemachten Befunde. Kapsel und Schlauch erscheinen als völlig einheitliches Gebilde der Form nach (der Structur nach nicht so ganz), trotzdem sie von zwei Bildungspunkten des Protoplasmas aus entstehen. Während für den Schlauch mit Sicherheit eine Fixation des Wachsthumspoles festgestellt werden kann, ist sie für die Kapsel eigentlich nur aus den Erfahrungen am Schlauche abzuleiten — ich komme daher auch erst jetzt darauf zu sprechen —, denn man müsste eine lebende Bildungszelle durch lange Zeit hindurch beobachten, um feststellen zu können, ob sich der vordere oder hintere Pol im Protoplasma verschiebt. Dass eine Verschiebung statt hat und das Kapselwachsthum nicht etwa blos mit dem Zellwachsthum congruirt, ergibt sich von selbst aus der starken Kapselkrümmung.

Je länger der Schlauch auswächst und die Spirale also an Zahl der Windungen gewinnt, desto mehr verdickt sich die Kapsel, jedoch unter gleichfalls fortschreitendem Längenwachsthum, und erscheint bei Abschluss des Wachsthums fast gestreckt. Die Anzahl der Schlauchwindungen ist ausser von mir (1894) für *Forskalia ophiura* (nicht *contorta*), bis jetzt immer zu gering (6) angegeben worden. Ich konnte auch diesmal wieder bei *Agalmopsis* und *Physophora* 9 Windungen (oder $9^1/_2$) als das Maximum ermitteln, und zwar gilt das nicht allein für die grossen accessorischen Cniden, sondern auch für die birnförmigen. Ja letztere schienen mir sogar 10 Windungen aufzuweisen. Diese ältesten Wachsthumsstadien sind nicht allzuhäufig zu beobachten und niemals konnte ich an einer Cnide mit Sicherheit den genauen Abschluss des Wachsthums feststellen. Es erklärt sich das aber aus dem einfachen Grunde, dass der Entscheid, ob eben erst der Abschluss des Wachsthums erzielt wurde oder der Schlauch bereits in Einstülpung begriffen ist, gar nicht sicher gefällt werden kann. Es lässt sich nur sagen, ob der Schlauch noch nicht fertig ist — denn dann zeigt sich an seinem Ende die Bildungszone —, oder ob er fertig ist — dann fehlt die Bildungszone; aber in letzterem Falle kann bereits ein unbestimm-

bar langer Theil eingestülpt sein, den man jedoch im Aussenschlauche nicht erkennt oder nicht vom Secretstrang (siehe unten) unterscheiden kann. Diese Einstülpung vollzieht sich nun sehr rasch (siehe unten); aus alledem ergibt sich, wie wenige Chancen vorhanden sind, überhaupt den Abschluss des Cidenwachsthums feststellen zu können.

Wie sieht also die Cnide vor der Einstülpung aus? Die Kapsel sowohl als der Schlauch sind in der Grösse vollkommen ausgewachsen. Die Kapsel ist stark abgerundet, zeigt aber noch bei den säbelförmigen Cniden den Wachsthumspol ein wenig dicker als den Fusspol.

Am Wachsthumspol hängt die Propria direct mit dem umgebenden Protoplasma zusammen, welcher Verband während der Einstülpung sich löst. Ueber die structurelle Beschaffenheit siehe unter 4., 5. und 6. Der Schlauch liegt der Kapsel eng an, eine Spirale von 9 Windungen bildend, deren äusserste zum Theil vom Basalstück (das bei allen drei Cnidenarten vorhanden ist) gebildet wird, während die innerste in das Ende ausläuft. Nennen wir die Fläche der Kapsel, nach der sie eingekrümmt war (und in geringem Masse noch ist), ihre ventrale, die entgegengesetzte die dorsale u.s.w., so liegt die Spirale in den weitaus meisten Fällen ventral und links seitwärts. Der Kern befindet sich ventral und rechts neben den äusseren Schlauchwindungen, dem Basalstücke genähert. Das Protoplasma ist nur im Bereich der Spirale noch deutlich entwickelt, indessen durch die Schlauchbildung stark reducirt, wie nach Abschluss der Einstülpung besonders hervortritt.

4. Structurentwicklung.

Erst jetzt kann an eine Analysirung der verschiedenen Elemente, welche die ganze Cnide aufbauen, gegangen werden. Eine genaue Beurtheilung der jüngsten Stadien ist nur möglich an der Hand der Erfahrungen, die eine verschiedene Behandlungsweise der älteren Stadien bietet. Und wie schwierig die Untersuchung ist und wie unzuverlässig die Resultate, besonders wenn sie sich nur auf eine Untersuchungsweise stützen, ergibt sich aus den Mittheilungen der letzten ausführlichen Arbeit von IWANZOFF, wo hinsichtlich der beiden Kapselwandungen eine vollkommen verfehlte Auffassung vertreten werden konnte. Aber auch mir blieben einige Punkte unklar, trotz Anwendung der verschiedensten Methoden, bis ich schliesslich auf eine letzte Färbungsmethode verfiel, der ich die wichtigsten Aufschlüsse verdanke (Skleratinction). Um möglichst allen Irrthümern aus dem Wege zu gehen, werde ich hier nach-

einander die durch verschiedene Reagentien gewonnenen Resultate berichten und schiesslich daraus ein Resumé ziehen, das, wie ich glaube, die Fragen erledigt.

a) Lebendes Material (L): Die Befunde am lebenden Material sind, wie schon eingangs gesagt, in gewisser Hinsicht die allerwichtigsten und ausschlaggebenden. Wir sehen zunächst, dass die Kapsel in der Zelle völlig glatte Contour besitzt und von gleichartig hellem Inhalt erfüllt scheint. Vom Schlauche können wir höchstens eine Andeutung wahrnehmen, er tritt erst schärfer hervor, wenn das Protoplasma abzusterben beginnt, was sich durch Trübung in demselben und Sichtbarwerden einer körnig-netzigen Structur bemerkbar macht. Auch der Schlauch hat die glatten Contouren und denselben hellen Inhalt wie die Kapsel. Viel besser ist er zu beobachten, wenn er, was durch vorsichtigen Druck auf das Deckgläschen leicht erreicht werden kann, aus dem Protoplasma sich loslöst und nun in gestreckterem Zustande repräsentirt. Am häufigsten erhält man das Basalstück isolirt, während der Faden im von der Kapsel abgehobenen Protoplasma versteckt bleibt. Ist er ganz befreit, so sieht man nirgends Reste vom Plasmagerüst an ihm ansitzen, ausser gelegentlich an seinem Ende (Fig. 21), das, wie erörtert, von einer Bildungszone eingerahmt ist. Macht sich auch die Kapsel frei, so zeigt auch diese sich völlig rein von Plasmaresten, selbst an dem später (siehe bei E.-Behandlung) zu besprechenden Wachsthumspole.

Die aus dem Protoplasma frei werdende Kapsel entspricht zumeist nicht dem, was sich in der Zelle als Kapsel darstellt. Ich berühre hier einen der schwierigst zu enträthselnden Punkte in der Cnidenentwicklung, dessen genaue Kenntniss von grosser Bedeutung für die Beurtheilung der Cnide überhaupt ist. Obgleich wir Cniden mit eingestülptem Schlauche bis jetzt noch nicht betrachtet haben, muss ich doch von einem Vergleiche solcher mit etwas jüngeren ausgehen. Die ersteren zeigen durchgehends, wenn in der Zelle normalerweise gelegen, eine scharfe Contour im Inneren des hellen, als Kapsel sich darstellenden Raumes, die der Aussencontour eng benachbart ist, ihr parallel verläuft und nur am Einstülpungspol (= Wachsthumspol) fehlt. Die jüngeren Cniden zeigen, wenn völlig frisch, eine solche Contour gar nicht oder nur ganz zart und in etwas geringerem Abstande von der Aussencontour. Bei absterbenden Kapseln ist sie meist erkennbar, aber durchgehends besteht der Unterschied zu den Einstülpungsstadien, dass die von beiden Contouren eingesäumte Randzone ein wenig schmäler ist und sich nicht durch stärkeren Glanz von der Innenzone abhebt wie

bei letzteren. Oft kann man die Innencontour nur gerade noch angedeutet erkennen; stets erscheint sie aber an etwa gleichalterigen Stadien in etwa der gleichen Entfernung von der Aussencontour, so dass man zu dem Schlusse sich berechtigt glaubt, dass sie immer vorhanden, wenn auch im Leben nicht sichtbar ist und erst beim Absterben hervortritt. Sie setzt sich direct in die Schlauchwandung fort, repräsentirt also die Propria der Kapsel.

Wird die Kapsel isolirt, so erweist sich die Randzone als leicht flüssig, und es bleibt nur die Innenzone im directen Zusammenhange mit dem Schlauche übrig. Zerfliesslich ist die Randzone auch noch an den Stadien nach der Einstülpung, fester wird sie erst bei den Reifestadien. Wir erkennen aus einer lückenlosen Reihe von Bildern, dass die Randzone zur Sklera wird, die an den fertigen Kapseln neben den Widerhaken und Deckel das solideste Gebilde darstellt. Die Sklera ist also bereits an den der Einstülpung vorausgehenden Stadien vorhanden — was von Murbach (94) zuerst ermittelt wurde („Secretraum“), ja sie kann auch an viel jüngeren Stadien, soweit sie im Leben eine Untersuchung gestatten, erkannt werden.

Aber nicht immer erscheint der Mangel einer Innencontour am frischen Materiale aus der Unmöglichkeit, sie erkennen zu können, erklärbar. In manchen Fällen scheint sie wirklich zu fehlen, ja selbst, wenn die Zelle abstirbt, noch zu mangeln. Dies wurde mir besonders eindringlich, als ich die Taster der von mir neu entdeckten Physophore, *Plutus cnideuporus*, mit Methylenblau intra vitam färbte und hierbei an den jungen grossen Cniden eine scharfe Contrastfärbung von Innen- und Aussenzone, wo letztere sichtbar war, fand; die mit Nesselsecret erfüllte Innenzone und der Schlauch zeigten sich dunkelblau gefärbt, die Aussenzone dagegen völlig farblos. An einzelnen Cniden aber, wo eine Innencontour nicht bemerkbar war, fehlte auch der Farbencontrast und der ganze Kapselraum war heller oder dunkler blau gefärbt, gegen aussen zu fast nicht heller werdend. Diese Bilder schienen mir nur aus einem Mangel der Skleraschicht erklärbar, da letztere, wie wir noch weiter sehen werden, Farbstoffaufnahme ganz im allgemeinen, ausser Orcein und der Weigertfärbung gegenüber, verweigert.

Ein weiterer Befund, der keinen Zweifel lässt, ist folgender. An einem Wachsthumsstadium der accessorischen Cniden von *Agalmopsis elegans*, deren Protoplasma schon im Absterben begriffen war und den Schlauch in doppelt gewundener Spirale angelegt zeigte, mangelte die Aussenzone völlig. Um des Befundes sicher zu

sein, wollte ich Essigsäure zusetzen, die die Propria stets deutlich macht; aber während ich noch beobachtete, barst die Kapsel und das Secret strömte aus. Hiebei zeigte sich nun der Mangel der Aussenzone noch bestimmter, da die nun deutlicher sich markirende Propria unmittelbar der Protoplasmahülle anlag; erst nach dem Bersten trat eine Schrumpfung ein.

Vorgreifend ist es erwünscht, diese Befunde am lebenden Materiale mit denen am conservirten zu vergleichen. Letzteres zeigt stets die Cnide bestehend aus Skleraschicht und Cnidarium. Wo ist aber die Skleraschicht, wenn sie am lebenden Materiale in der Umgebung des Cnidariums fehlt? Im Protoplasma war an solchen Zellen nichts Auffallendes zu erkennen; auch werden wir später sehen, dass die specifische Sklerafärbung nie ein Auftreten der Skleraschicht im Plasma zu Seiten des Cnidariums vorbereitet zeigt. Dagegen sprechen die späteren Befunde für eine Anlage innerhalb des Cnidariums, und dasselbe müssen wir auch von den Befunden an den lebenden Cnidoblasten sagen. Die Kapsel ohne Aussenzone ist bei normaler Lagerung in der Zelle nicht kleiner als eine gleichalterige, an der eine Aussenzone unterscheidbar ist. Diese Beurtheilung beruht natürlich nur auf Schätzung, aber die Dicke der Skleraschicht ist beträchtlich genug, um nach Prüfung zahlloser Kapseln einen derartigen Ausspruch riskiren zu können. Die Skleraschicht ist also durch die Propria hindurch nach aussen vorgetreten. Wir constatiren im Cnidoblasten einen interessanten Vorgang: die Abgabe eines Theiles des Cnidariuminhaltes nach aussen, unter dem Einflusse des Protoplasmas, der indessen gelegentlich erst verspätet sich geltend macht.

Es liegt nahe, an eine Wasserentziehung aus dem Cnidarium, zu denken, wofür die Leichtflüssigkeit der austretenden Substanz ihr färberisches Verhalten (Plasmafarbstoffen gegenüber) und die Vorgänge bei der Einstülpung und Cnidenreife (siehe unter II.), ferner das Verhalten des Cnidariums bei Essigsäurebehandlung sprechen. Doch ist der Vorgang dadurch complicirt, dass mit dem Wasser zugleich eine die Sklera charakterisirende Substanz austritt, die im Cnidarium — wie später mitzutheilende färberische Befunde zeigen — dem Wasser innig verbunden ist, dagegen unter dem directen Einflusse des Protoplasmas Wasser — wenn auch nur zum Theil — an dieses abgibt und dabei intensivere Affinität zum Orcein und Weigertfarbstoff gewinnt. Somit stelle ich mir den ganzen Vorgang folgendermassen vor. Im Cnidarium befindet sich eine stark wässerige Substanz, die, lebhaft vom Protoplasma

angezogen, nach aussen vortritt, hier eine theilweise Spaltung unter dem directen Einflusse des Plasmas erfährt, so dass ein Theil des Wassergehaltes in letzteres übergeht, der andere an die Sklerasubstanz gebunden und sammt dieser als Skleraschicht aufs innigste der Propria aussen angelagert verbleibt. — Ob diese Deutung das Richtige trifft, wird der Leser nach völliger Lectüre dieses und des folgenden Capitels (Einstülpung und Reife) besser beurtheilen können.

Die Propria ist so zart, dass es an isolirten Cnidarien rasch zu Zerreissungen kommt, die das Secret völlig austreten lassen und die Propria in Fetzen fortführen, die sich jeder Beobachtung entziehen. Auch der Schlauch zerplatzt, wenn auch meist nicht so leicht, da seine viel geringere Inhaltsmenge einen weit minderen Druck auf die Propria ausübt, und so kommt es, dass absterbende Zellen, wenn man sie nicht fixirt, vollständig zerfliessen und unsichtbar werden. Die Resultate der Fixirungen werden wir nun in den folgenden Abschnitten besprechen.

b) Behandlung mit Essigsäure (E.): Der Zusatz von Essigsäure zu den lebenden Nesselzellen verursacht meist starke Deformation, ja oft völlige Zerstörung der Cniden. Die Skleraschicht wird als solche unsichtbar, ferner wird dem Cnidarium unter grosser Heftigkeit die in ihm enthaltene wässerige Skleraanlage entzogen, wobei die Propria stark einschrumpft und oft zerplatzt. Der grösste Werth der E.-Behandlung liegt nun in der Deutlichmachung der Structur der Propria.

Früher (92) habe ich sehr starke Essigsäure (50%) verwendet, diesmal gebrauchte ich solche von 1—5%, indem ich einen Tropfen unter dem Deckglase zusetzte. Saugt man das Reagens schnell durch, so wird allzustarke Deformation vermieden und man erhält von manchen Einzelheiten so scharfe Bilder wie sonst auf keine andere Weise. Es macht sich bei dieser Behandlung nur die fixirende Kraft der Essigsäure bemerkbar; zu einer Lösung kommt es infolge der geringen Reagenzmenge nicht. Hätte Iwanzoff (97) die von ihm verurtheilte Essigsäure neben der Osmiumsäure angewendet, so wäre er nie auf die Idee gekommen, dass die Schlauchwand mit der äusseren Kapselwand im Zusammenhang stehe.

Die Wachsthumsstadien der grossen Cniden verändern bei reichlichem Zusatz von Essigsäure rasch ihre Form, werden länger und dünner, und schliesslich scheint die zart bleibende Wandung, wenn sie nicht reisst, zu collabiren. Die anschwellende ganz ver-

flüssigte Skleraschicht und die aus dem Cnidarium austretende Substanz dehnen zuerst den Raum zwischen Protoplasma und Propria stark, dann platzt die Plasmaschale, meist am Fusspole der Cnide, und der Inhalt strömt nach aussen. Hierbei ist vom Nesselsecret, das im Cnidarium liegt (siehe unter *d*) nichts in der ausfliessenden Masse zu erkennen; es dürfte demnach in ähnlicher Weise wie die Skleraschicht durch die Essigsäure verquellen und seine färberischen Eigenschaften völlig verlieren.

Zusatz von Essigsäure macht die Gerüststructur des Protoplasmas deutlich, so wie sie in Fig. 107 dargestellt ist. Während das Plasma im allgemeinen gleichmässig maschig erscheint, sind die Streifen zwischen den Schlauchwindungen dichter und glänzend; die letzteren erscheinen als helle Streifen, an denen eine eigene Wandung nicht erkennbar ist. Ebenso ist die Kapselpropria meist nur zart, wie am absterbenden Materiale, wahrzunehmen, gelegentlich tritt aber eine Structur in ihr recht deutlich hervor, derart, wie Fig. 106, 107, 130 sie darstellen. Wir sehen ein sehr zartes Maschenwerk, das auch am Schlauche (Fig. 106), wenn auch etwas weniger deutlich, weiter zu verfolgen ist. Von Verwechslung mit etwaigen Gerinnungsproducten des Secretes kann keine Rede sein, da in Fig. 107 der Austritt des völlig flüssigen Cnideninhaltes leicht genug zu beobachten war. Die Structur der Propria erinnert lebhaft an die des Protoplasmas selbst.

Wenn wir nun finden, dass die Propria direct mit dem Plasma zusammenhängt, so wäre, dünkt mich, ihre Ableitung vom Plasmagerüst so gut wie erwiesen. Der Zusammenhang ist an vorsichtig hergestellten Präparaten äusserst leicht zu beobachten. Denn trotzdem, dass sich das Cnidarium stark vom Plasma abhebt, bewahrt es doch am Wachsthumspole so innige Verbindung, dass es hier das Plasma nach sich zieht und die Zelle demnach trichterartig eingesenkt erscheint. Wird der Zug stärker, so löst sich allerdings der Pol ab, wie wenig rasch dies aber sich ergibt, lehren Fig. 106 und 130, wo der distale Theil des Cnidariums schlauchartig verdünnt ist (in Fig. 130 ist auch das Basalstück des Schlauches frei zu sehen). Der Pol selbst charakterisirt sich als ringartiger Wulst (Fig. 130) von echter Plasmastructur, somit die Beziehungen der Propria zum Plasma deutlich documentirend.

Wie das distale Ende des Cnidariums sich bei E.-Behandlung stark verdünnen kann, so auch das proximale. Oft zieht sich basal das Cnidarium in eine feine Spitze aus, so dass anscheinend auch hier ein Zusammenhang mit dem Plasma gegeben ist. Die Erschei-

nung erklärt sich aber daraus, dass hier, wo auch die Protoplasmahülle am dünnsten, daher am nachgiebigsten ist, am meisten Secret durch die Propria austritt und diese daher am stärksten geschrumpft ist.

Noch eine andere Erscheinung ist für die Essigsäurepräparate charakteristisch. In Fig. 104—106 sehen wir aus dem Schlauche ins Cnidarium hinein einen eigenthümlichen Zapfen vorgeschoben, den ich anfangs für die ersten eingestülpten Schlauchwindungen hielt. Indessen ist dieser Zapfen in fast allen grösseren Wachsthumsstadien, und zwar immer von ungefähr gleicher Grösse wahrzunehmen; ausserdem besteht er gelegentlich aus zwei oder mehreren Stücken, so dass er also unmöglich auf den sich einstülpenden Schlauch bezogen werden kann. Er stellt jedenfalls nichts anderes als durch Schrumpfung der Schlauchpropria vorgedrängtes Schlauchsecret dar, das sich, dieser Auffassung entsprechend, von grösserer Dichte als das der Kapsel erweisen würde. Wir sehen auch, z. B. an Fig. 146 (O-Behandlung), dass das Secret des Schlauches etwas abweichend von dem der Kapsel beschaffen ist.

c) Behandlung mit Kaliumbichromat-Essigsäure, Osmium-Essigsäure, Flemming'scher Flüssigkeit (pro parte): Alle Fixirungsgemische, in denen Essigsäure enthalten ist, rufen wie letztere Quellungs- und Schrumpfungserscheinungen hervor, die jedoch durch die anderen Constituentien verschieden stark gemildert werden. Am engsten schliesst sich die Osmium-Essigsäure, das vorzügliche von den Gebr. Hertwig eingeführte Macerationsgemisch, in der Wirkung an die reine Essigsäure an. So finden wir am Basalwulst der *Physophora*polypen die Propria aller Kapseln zu einer krümeligen, formlosen Masse von typisch protoplasmatischer Structur geschrumpft, die von echten Protoplasmapartien nur durch ihre Gleichmässigkeit, meist aber, ungünstiger Lage wegen, gar nicht zu unterscheiden ist. Der Zusammenhang am Wachsthumspole mit dem Protoplasma ist fast durchgehends gelöst. Das vollständig ausgetretene Nesselsecret ist nur für die grossen älteren Wachsthumsstadien nachweisbar. Es bildet grosse, oft höchst bizarr begrenzte, sehr durchsichtige Fladen, in denen oft wechselnd umfangreiche, tropfenartige, von einem hellen Hofe begrenzte Verdichtungen, die auch isolirt umher liegen können, zu beobachten sind. Diese Erhaltung des Secrets ist eine Folge der Osmiumbeimischung zur Essigsäure. Da ihm das Basalstück des Schlauches mit seinen Widerhaken einlagert, so muss es unter Berstung der Propria ausgeflossen sein. Durch Skleratinction

wird es nur zart gefärbt, wobei aber die eingelagerten oder vorgequollenen Verdichtungen etwas deutlicher werden. Von der Sklera-schicht selbst ist auch durch Skleratinction nicht die Spur wahrzunehmen.

Viel weniger stark äussert sich die Wirkung der Essigsäure bei Anwendung des Kaliumbichromat-Essigsäuregemisches. Die Cnidarien (von *Forskalia ophiura*) sind zwar auch meist geschrumpft, aber von gleichmässigen Umrissen und enthalten stets noch Secret, während die ausgetretene Skleraanlage sich jedem Nachweise — auch bei Anwendung der Skleratinction — entzieht. Je jünger die Cnide, um so deutlicher geschrumpft ist das Cnidarium (siehe z. B. Fig. 150). Die Propria erscheint daher bald glatt, bald quergerunzelt; das innen gebliebene Secret entweder homogen oder körnig. Stets und oft recht grob körnig ist es nur bei den Einstülpungsstadien, doch sieht man ältere Wachsthumsstadien öfters auch gekörnt. Die Cnidarien liegen meist frei umher zwischen den Zellen als Stifte, Schrauben, Stränge oder Säcke von mannigfaltiger, aber nicht übermässig unregelmässiger Form; der Einfluss der Essigsäure war somit zwar ein gewaltsamer, der die Protoplasmaschale sprengte und den Wachsthumspol ablöste, doch gehört ein Zerreissen des Cnidariums selbst zu den Seltenheiten. Dreistündige Färbung mit unverdünntem WEIGERT'schem Färbemittel bleibt für die Deutlichmachung der Skleraanlage ohne Erfolg. Selbst die Reifestadien, die sich auf den Nesselknöpfen befinden, zeigen die mehr oder weniger intensiv, aber meist nur gering sich färbenden Cnidarien, die im Wabenwerke des Nesselbandes bereits regelmässig eingeordnet sind, vom Protoplasma nur durch einen weiten hellen Zwischenraum getrennt. Erst die erhärtete Sklera nimmt den Farbstoff, dann allerdings um so lebhafter — noch lebhafter als das nun stark chromophile Cnidarium — auf.

Die Einwirkung der FLEMMING'schen Flüssigkeit kann eine sehr verschiedenartige sein. Sie schliesst sich entweder der mit Osmiumessigsäure erzielten an, oder aber stimmt vollkommen mit der der reinen Osmiumsäure überein. Alle derartigen Fälle werden daher unter *d* zur Sprache kommen. Die schrumpfenmachende Wirkung ergibt sich aus Figuren 46—48, 75. Sie ist nie so bedeutend wie bei Verwendung des HERTWIG'schen Gemisches, insofern als nie sämmtliches Secret aus dem Cnidarium austritt; doch ist dessen Form stärker verändert, als Kaliumbichromatessigsäure es bewirkt. Die Cnidarien gleichen Schrauben, Spindeln oder bald plumpen, bald vorn oder hinten zugespitzten

Säcken — besonders bei den grossen Cniden —, deren Wand meist in eigenthümlicher Weise, honigwabenartig, ausgetieft (Fig. 74) ist. Bald sind diese oft sehr regelmässig querreifenartig geordneten Austiefungen vorn, bald hinten am Cnidarium stärker entwickelt. Zugleich erscheint dann auch im Innern des Secretes eine schaumige Structur, die bald nur das Centrum einnimmt, bald fast das ganze Cnidarium durchsetzt. Wir haben hier eine Verdichtung des Secretes vor uns, die auf Conto der Osmium- und Chromsäure zu schreiben ist. Auch die aus dem Cnidarium ausgetretene Substanz ist derselben unterlegen. Sie füllt den weiten Raum zwischen Cnidarium und Protoplasmahülle völlig aus und zeigt bei Zerstörung der letzteren unregelmässige Formen und glashelles Aussehen mit verschieden stark durch die Osmiumsäure gebräunten Schichten.

Das Cnidarium ist, je stärker geschrumpft, um so dunkler gebräunt durch die Osmiumsäure, was jedenfalls in entsprechender Verdichtung des Secrets seine Ursache findet. Weigert'sche Färbeflüssigkeit wird von ihm stark aufgenommen (die Präparate wurden über 12 Stunden gefärbt), so dass es ganz dunkel erscheint; auch der umgebende Secretmantel wird, wenn auch viel lichter, gefärbt. Er zeigt sich dann violett in verschiedenen Intensitätsnuancen, meist am hellsten in unmittelbarer Nähe des Cnidariums, dann folgt eine dunkle Zone und aussen wieder ein hellerer Saum. Eine selbständige Skleraschicht ist nicht nachweisbar, nur ganz selten zeigt sich ein dunkler Rand am Plasma anliegend, der aber ohne scharfe Grenze gegen das Cnidarium zu sich verliert.

d) Behandlung mit Osmiumsäure (O.): Die sich bei Behandlung mit reiner 1%iger Osmiumsäure ergebenden Bilder (sie beziehen sich auf *Physophora*) sind so grundverschieden von den bis jetzt beschriebenen, dass, wer sich allein auf sie stützt — wie Iwanzoff (97) — sehr wohl in Irrthümer verfallen kann. Der wesentliche Unterschied zur Essigsäure liegt in der Osmiumwirkung auf das Secret. Die Propria wird nicht beeinflusst; sie ist aber schwer nachweisbar, da die Skleraschicht sich dem Cnidariuminhalte, wenigstens an den jungen Wachsthumsstadien, ihrem optischen Verhalten nach sehr ähnlich erweist. Nur an Schnitten wird sie durch die hier stärkere Contrastwirkung von Skleraschicht und Cnidariuminhalt besser angedeutet. Wie schon bemerkt, macht sich an vielen mit Flemming behandelten Cniden die Wirkung der Osmiumsäure so stark bemerkbar, dass sie von den mit reiner Osmiumsäure behandelten nicht zu unterscheiden sind. Es wird daher

nur im Figurenverzeichniss bei den hier zur Besprechung kommenden Beispielen die Fixirungsmethode speciell angegeben werden.

Zur Untersuchung der Form der Wachsthumsstadien eignet sich das Osmiummaterial unter allen anderen am besten. Zwar lassen sich die Zellen nicht so leicht isoliren wie bei Anwendung von Essigsäuregemischen oder Formol, doch tritt keine Schrumpfung ein und in dem kräftig sich tingirenden Plasma (Plasmafärbung) hebt sich die hellere Kapsel nebst dem Schlauche scharf ab. Auch im Kapselraume wird der Farbstoff absorbirt, indessen tritt durch die Färbung hier kaum deutlicher hervor, was auch ohne solche durch Osmiumschwärzung bei Untersuchung der Zellen in Wasser (Glycerin hellt zu stark auf) angedeutet ist. Ich kann daher die von Iwanzoff behauptete enorm differenzirende Wirkung des Methyl- und Gentianavioletts auf den Cnidariuminhalt nicht anerkennen: alle Plasmafarbstoffe sind nur wegen der Contrastwirkung des Plasmas zur Cnide für die Untersuchung erwünscht.

Die bei Nichtanwendung der Skleratinction sicher diagnosticirbaren jüngsten Cnidenstadien zeigen in einem hellen scharf umrandeten Hofe einen matteren Kern (Fig. 34, 35), der, je grösser die Cnide wird, entsprechend heranwächst und bald von dem schmal bleibenden hellen Saume kaum durch etwas stärkere Lichtabsorption sich unterscheidet (Fig. 40 u. a.). Alle Wachsthumsstadien der jüngeren Periode haben diese Eigenthümlichkeit, so dass an ihnen Skleraschicht und Cnidarieninhalt schwer auseinanderzuhalten sind. Wie das Plasma und der hauptsächlich durch seinen Nucleolus sich markirende Kern sich fast homogen erweisen, so auch die vom Plasma stammende Propria; sie ist überhaupt als selbständige Membran an allen Entwicklungsstadien so wenig charakterisirt, dass es kein Wunder ist, wenn Iwanzoff, der mit Vorliebe mit Osmiumsäure arbeitete, sie ganz übersehen hat.

Iwanzoff lässt die äussere Kapselwandung in die Wandung des Schlauches übergehen, findet aber die innere Wandung der Kapsel von der gleichen Beschaffenheit wie wir die äussere. Seine innere Wand entspricht völlig der Sklera, demnach ist seine äussere Wand etwas uns völlig Unbekanntes, während er hinwiederum unsere Propria gar nicht kennt. Dass Iwanzoff in solchen Irrthum verfallen konnte, ist schwer zu begreifen. Er beschreibt auf pag. 329 jüngste Entwicklungsstadien, die er mit Vacuolen vergleicht; dann heisst es: „bald nimmt ihre Wand den Charakter einer deutlichen Membran an“. Somit erscheint ihm die an die Cnide meist als glänzende Contour scharf angrenzende innerste Protoplasmalage als

äussere Kapselmembran; ein Versehen, das zu begreifen wäre. Wie stellt sich aber der Fall an isolirten Cniden? Hat Iwanzoff solche, obgleich er Taf. 6, Fig. 67 eine darstellt, nie gesehen? Möglich wäre das wohl, da die „Osmium-Cniden" nicht so leicht aus der Zelle herausfallen; aber wir können schon aus dieser Rechtfertigung schliessen, wie einseitig die Arbeitsmethode Iwanzoff's und wie wenig er zu folgendem Ausspruche berechtigt war: „Auf diese Weise zeigt die Entwicklungsgeschichte der Nematocysten, dass das Verhältniss der Schichten der Kapsel ein geradezu umgekehrtes gegen das ist, wie es bisher beschrieben wurde." Doch jeder weitere Commentar zu diesen Resultaten ist wohl überflüssig.

Dagegen verdanken wir Iwanzoff eine andere Beobachtung, die, wenn er sie auch gänzlich falsch beurtheilte, doch für das Verständniss der Cidenentwicklung von grösster Bedeutung ist. Bevor es nämlich zur Anlage des Schlauches kommt, erkennt man in der Medianlinie des Cnidariums einen dunklen Strang von bald gestreckter, bald schraubig gewundener Form, der am Wachsthumspunkte festhaftet. Je jünger das Stadium, um so deutlicher erweist er sich auf die vordere Kapselregion beschränkt (Fig. 41, 62); bei den grossen Cniden reicht er dagegen bald (Fig. 137, 138) bis zum Fusspole, gelegentlich ist er hier sogar am deutlichsten und gegen das Vorderende zu wie abgerissen endend (nur bei Flemming beobachtet. Fig. 49). Ausser bei den sonderbaren kleinsten Cniden ist er bei allen anderen Cnidenarten während einer gewissen Wachsthumsperiode wahrnehmbar. An sich abrundenden grossen Wachsthumsstadien ist dagegen in dem nun allgemein dunkler nuancirten Secrete keinerlei strangartige Einlagerung mehr erkennbar.

Dieser Strang findet sich auch im sich ausbildenden Schlauche, an dessen Fusspunkte er in das Cnidarium eintritt (Fig. 44 z. B.), ohne irgend welche Verdickung, ohne Zusammenhang mit der Propria. Er ergibt sich somit als eine zunächst vom Wachsthumspunkte der Kapsel, dann des Schlauches ableitbare Bildung, die das Wachsthum der Cnide an Intensität übertrifft, daher die Länge der Kapsel bald erreicht, ja — wie ihre schraubige Aufrollung zeigt — überschreitet. Ihr proximales Ende ist meist kolbig verdickt, an den jüngsten Stadien der kleinen Cniden erscheint es in mehrere (bis 5) Brocken aufgelöst, wie Fig. 61, 63 darstellen. Im einzelnen ist nun zu diesem Strange noch Folgendes zu bemerken.

Im Schlauche, also in der Nähe seines Bildungspunktes, ist der Strang von plasmatischer, d. h. dichter, undeutlich körniger Beschaffenheit. Man darf daher sagen, dass am Bildungspunkte des

Schlauches ein plasmatischer Strang in den Schlauch einwächst. In der Kapsel erscheint er im ganzen homogener, nur bei den kleinen Cniden zunächst in mehrere dichte Brocken aufgelöst. Je stärker er heranwächst, desto gleichartiger ist er in seinem Verlaufe in der Kapsel, bildet ein einheitliches Ganzes, das sich mehr oder weniger spiralig aufwindet, nach und nach den Fusspol erreicht und sich hier an die Propria anlegt. Nun wächst er in die Dicke, bis er das Cnidarium fast ganz (Fig. 145), schliesslich ganz erfüllt, wobei er eine gleichartige, körnige Beschaffenheit annimmt. Im Schlauche variirt sein Aussehen mehr. Im Basalstücke verdünnt er sich — von der Kapsel aus gerechnet — stark und füllt das Lumen (Fig. 144. 146) nicht mehr aus. Dabei erscheint er von dichter Beschaffenheit, die manchmal aber im Faden einer sehr grobkörnigen Platz macht, derart, dass wir auf eine lange Strecke hin eine dicht gestellte Reihe dunkler Ballen (Fig. 148) verfolgen können, die das Fadenlumen nirgends ganz ausfüllen. Gegen den Bildungspunkt zu nimmt er das bereits erwähnte plasmatische Aussehen an, indessen sind in dem hier festeren Strange die später isolirten Ballen bereits vorgebildet (Fig. 147). An Schnitten sehen wir ihn im Cnidarium, je älter, um so dicker, bis er — was schon an gekrümmten Stadien der Fall ist — das Cnidarium erfüllt, während in dessen Medianlinie keinerlei Verdichtung zu beobachten ist.

Als was haben wir nun diesen Strang, der — vorgreifend sei es bemerkt — auch am Formol- und Sublimatmateriale in der jungen Cnide nachweisbar ist, aufzufassen? Meiner Ansicht nach kann nicht der geringste Zweifel bestehen, dass es sich um die Anlage des Nesselsecretes handelt, die am Wachsthumspunkte zunächst der Kapsel, dann des Schlauches — der zu Beginn des Schlauchbildung mit dem Wachsthumspole der Kapsel zusammenfällt — als plasmatischer Strang vom Protoplasma gebildet wird und nach und nach die ganze Cnide ausfüllt. Nach Iwanzoff soll aber dieser Strang den eingestülpten Schlauch darstellen, der demnach zunächst ins Kapselinnere einwüchse, bevor sein Wachsthum für eine Zeitlang sich auch nach aussen wendete. Iwanzoff verfolgte diesen „inneren Schlauch“ im „äusseren“ von einem Endpunkte zum anderen, ebenso wie ich den Secretstrang verfolgen kann. Gleichfalls stimmen wir in der Beobachtung stark schraubig gewundenen Verlaufes des in Frage stehenden Gebildes überein, doch fand ich eine so starke Aufwindung des Stranges, wie sie Iwanzoff für *Forskalia*

ophiura (nicht *contorta*) in Fig. 76—79 auf Taf. VI darstellt, nur selten und nur in jüngeren Stadien. Indessen variiren die Cnidenarten in Hinsicht auf Form des Secretstranges bedeutend; aus solchen Art-eigenthümlichkeiten dürften sich wohl auch die dunklen Linien am sogenannten eingestülpten Fadenknäuel erklären, die Iwanzoff für *Carmarina hastata* abbildet und die allerdings Fadenwindungen sehr ähneln. Entschieden unrichtig sind dagegen die Bilder von den jungen Stadien der *Physophora* (bei Iwanzoff, Taf. VI, Fig. 85 und 86), da der Secretstrang viel stärker gewunden verläuft (siehe meine Fig. 136—138).

Die Deutung der beschriebenen Secretanlage als eingestülpter Schlauch ist — ausser aus dem Vergleich mit dem wirklichen eingestülpten Schlauche (siehe unter II) — schon deshalb nicht haltbar, weil in den etwas älteren grossen Wachsthumsstadien der Strang als gleichartig körnige Massen das ganze Cnidarium erfüllt, also von einem inneren Strange in der Kapsel, selbst auf Schnitten, nicht die Spur nachweisbar ist (während hingegen die beginnende echte Einstülpung sich sofort am Totopräparate wie am Schnitte — und zwar in ganz anderer unverkennbarer Weise — bemerkbar macht). Wenn Iwanzoff auch in älteren Stadien sogenannte „Fadenknäuel“ einzeichnet (Fig. 64, 65 und 82), so handelt es sich um Besonderheiten bestimmter Cnidenarten, die zu Täuschungen verleiten können, gegen die aber meine Befunde an *Physophora* grössere Bedeutung haben.

Die von Iwanzoff gebotenen Illustrationen waren wohl geeignet, mich an meinen früheren Befunden irre zu machen. Ursprünglich suchte ich mich mit ihnen in folgender Weise abzufinden. Ich hielt den Secretstrang für das in toto geschrumpfte Cnidarium (Schlauch inbegriffen) und verglich die Bilder den durch Essigsäuregemische gewonnenen. Speciell für die mit Flemming fixirten Präparate lag das nahe, da ja für die unter *c* beschriebenen Bilder die schrumpfende Wirkung klar zutage tritt. Umsomehr drängte sich mir diese Auffassung auf, als ich die Propria (die Iwanzoff ja ganz übersehen hat) auch erst nicht deutlich erkannte und daher die helle Umgebung des Stranges für ausgetretenes Secret, gleichwie an den Essigsäurepräparaten, hielt. Aber an den Schnitten wurde ich rasch von der Anwesenheit einer Propria überzeugt (Fig. 90), da hier eine äussere helle, an älteren Stadien bei Methylfärbung leicht grünlich tingirte Randschicht (Skleraschicht) von einer etwas dunkleren Zone im Umkreis des stark hervortretenden centralen Stranges, besonders an Querschnitten, leicht zu unterscheiden ist. Vor allem an den

späteren Stadien, wo der Strang das Cnidarium fast erfüllt, ist die oft ein wenig wellig contourirte (durch leichte Schrumpfung, siehe Fig. 145) Propria gegen die nun breitere Secretanlage gut markirt. Ganz sichere Entscheidung bietet aber die Skleratinctur, da hier an Schnitten eine Sklera stets scharf als dunkler, fast schwarzer Ring im Umkreis des Cnidariums hervortritt.

Wie aber haben wir bei solcher Auffassung der Secretentwicklung die helle Substanz zu deuten, die zunächst allein die Kapsel, später in der Umgebung des Secretstranges auch den Schlauch ausfüllt? Um diese und andere Fragen sicher beantworten zu können, bedarf es zunächst der Besprechung der Formol- und Sublimatfixirung.

e) Behandlung mit Formol *(F)* (ca. 2—5% Formaldehyd): Formol ist in vieler Hinsicht das für die Untersuchung der Cnidenentwicklung günstigste Reagens, besonders wenn seine Einwirkung noch eine frische ist. Dann lassen sich die Zellen gut isoliren, sie sind durchsichtig und doch zugleich plasmatisch-körnig, der Secretstrang ist zu erkennen und die Skleraanlage scharf vom Cnidarium geschieden. Es vereinigt somit die Vorzüge der Osmiumsäure in Hinsicht auf die Conservirung des Secretes mit denen der Essigsäure, welche die Gerüststructuren besonders scharf zur Geltung bringen. Von beiden wird es in der specifischen Wirkung allerdings übertroffen, denn weder ist der Secretstrang ganz so deutlich im Cnidarium zu unterscheiden wie bei O.-Behandlung, noch die Structur der Propria genauer zu analysiren. Auch ist der Schlauch selten und nur an ganz frischem Materiale völlig prall erfüllt und ausserdem im körnigen Plasma etwas weniger leicht verfolgbar als bei Osmiumconservirung, wo er im homogenen Plasma durch helles Aussehen stark hervortritt. Durch eine nachträgliche Behandlung mit 1%iger Osmiumsäure (ca. 1—2 Minuten) kann man diesen Uebelständen, wenigstens in Hinsicht auf die Secretanlage, etwas abhelfen. Beschäftigen wir uns zunächst mit dem Schlauche.

Am Bildungspunkte des Schlauches sehen wir das Plasma stark verändert (Fig. 147—149, 110—112); entweder von mehreren grossen Vacuolen, die sich an das Schlauchende anlegen, durchsetzt oder auf einen grösseren Bezirk hin schaumig aufgelockert. Während bei Plasmafärbung dieser Bezirk hell ist, zeigt Weigerttinction der Propria angelagert dunkle Ballen, die wir als Secret auffassen dürfen. Die verschiedenartigen Configurationen des Schlauchendes, das oft stark blasig verdickt ist, lassen schliessen, dass solche deutlich membranös umwandeten Tropfen direct mit dem Schlauche

verschmelzen (Fig. 147), wobei an der Verlöthungsstelle die Wandungen sich gegeneinander öffnen und der neugebildete Schlauchtheil unter Abplattung sich in die Schlauchrichtung einfügt. So erklärt sich die zunächst befremdliche Thatsache, dass der Schlauch während der Entwicklung nie mit offenem Ende getroffen wird. Es entstehen neue Schlauchbezirke selbständig im Plasma, indem um Secrettropfen Gerüst sich membranös anordnet; und diese Bezirke treten zum schon vorhandenen Schlauche hinzu, wie Wassertropfen mit einander verfliessen. Sie können grösseren oder kleineren, nicht mehr deutlich wahrnehmbaren Umfangs sein, der Vorgang bleibt zweifellos immer derselbe.

Das jüngste Schlauchstück markirt sich immer sehr scharf, selbst dort, wo es aus der Bildungszone bereits herausgetreten ist (Fig. 148). Es verläuft eine Strecke weit völlig gerade und zeigt glatte Wandungen, die in der Nähe der Zone sich meist leicht vom Protoplasma (Fig. 143) abheben. Dann krümmt es sich scharf, wie einem von der Bildungszone ausgehenden Drucke folgend, und geht nun über in die Fadenspirale, deren Propria dem körnigen Plasma dicht anliegt und von diesem nicht mehr unterschieden werden kann.

Der Secretstrang füllt den Schlauch ebensowenig wie bei Osmiumbehandlung aus. Nur am äussersten Ende, wo er gebildet wird, erreicht er die Schlauchdicke; dann unter allmählicher Verdünnung, die dort nachlässt, wo auch die Streckung endet, löst er sich von der Propria ab und wahrt die Medianlinie, wobei er von einem bei Plasmafärbung farblosen Saume umgeben ist. Die Structur des Stranges ist besser zu studiren als bei Osmiumeinwirkung; am besten, wenn man das Formolmaterial mit Osmiumsäure nachbehandelt hat. Man sieht dann in den jungen Windungen den Strang von plasmatischer, undeutlich granulärer Beschaffenheit; später wird die Körnelung deutlicher und geht in den älteren Windungen (6.—8.) über in eine einfache Reihe von groben runden Ballen, die, je älter der Schlauch, um so dichter liegen. Während an jungen Stadien im Basalstücke eine feingranuläre Structur gleichwie im Cnidarium selbst vorliegt, ist an den älteren ein allmählicher Uebergang von den grossen, dicht aneinandergepressten Ballen bis zur feinkörnigen Structur, wie Fig. 148 zeigt. Diese Bilder sind sehr charakteristisch und für die Formolconservirung bezeichnend. Wir finden einen zweimaligen Structurwechsel: aus dem undeutlich granulären Strange der ersten Windungen in die grobe einfache Ballenreihe der ältesten Windungen, die wieder im Basalstücke — manchmal auch schon im anschliessenden Fadentheil — in die gleichmässig feine Granulirung des Cnidariums übergeht.

Je älter der Schlauch, desto mehr greift die grobe Structur auf die jüngeren Windungen über, so dass man in 4 oder 5 Windungen eine einfache Ballenreihe wahrnimmt. Manchmal sind aber auch an jüngeren Stadien fast alle Windungen so beschaffen. Diese Ballen berühren sich in den äussersten Windungen, in den inneren liegen sie oft weit getrennt. Nie aber fand ich die ganze Spirale derart erfüllt, vielleicht aus dem einfachen Grunde, weil ich nie mit Sicherheit ein völlig fertiges Wachsthumsstadium auffand. Die Ballenbildung ist jedenfalls ein Entwicklungszustand des Secretes. Da im ausgereiften Zustande das Secret gleichmässig feinkörnig ist (siehe unter II und III), so stellt die Ballenbildung einen Zerfallszustand des erst soliden, undeutlich granulären Stranges (der übrigens [Fig. 147] die Ballenbildung schon angedeutet zeigen kann) dar, und leitet, wie die Befunde im Basalstück lehren (Fig. 148), in den definitiven überleitet.

Wir sagten bereits, dass der Secretstrang den Schlauch nicht ausfüllt, vielmehr von einem lichten Saume umkleidet wird, der bei Plasmafärbung sich nicht mittingirt. Dagegen nimmt er bei Weigertfärbung einen grauvioletten Ton an, etwas dunkler als das Plasma aber meist identisch mit dem des Secretstranges. So verschwindet der Strang fast überall dem Auge, ausser wo er in die Ballen aufgelöst ist, die als dunklere Flecken erkennbar bleiben (Fig. 108, 111, 112). Dieses färberische Verhalten gibt uns eine Stütze bei Beurtheilung des Saumes. Wir kennen im Cnidoblasten nur eine Substanz, die ausschliesslich auf Weigert- (und Orcein-)färbung abgestimmt ist; das ist die Skleraschicht, und somit erweist sich der Saum im Schlauche dieser verwandt. Woher aber stammt die Skleraschicht? Wir haben bis jetzt noch nirgends ausserhalb der Cnide im Plasma Spuren auffinden können, die auf eine extracapsuläre Skleraentstehung hinwiesen. Vielmehr musste im Gegentheil die Skleraschicht als aus dem Cnidarium ausgetreten betrachtet werden (siehe unter *a*). Cnidarium und Schlauch stimmen aber, wenigstens an den jungen Stadien, in Hinsicht auf den Inhalt überein. In beiden finden wir den Secretstrang und eine umgebende helle Zone, die sogar in der Kapsel vor der Anlage des Secrets vorhanden ist. Diese helle Zone nur ist dünnflüssiger Beschaffenheit und zeigt die färberische Verwandtschaft zur Skleraschicht. Sie nur kann es sein, die durch die Propria des Cnidariums nach aussen tritt; wir haben sie daher als Skleraanlage aufzufassen.

Ueber die Skleraschicht selbst ist nichts besonderes zu bemerken. Sie ist an allen mit Formol behandelten Wachsthums-

stadien als heller glänzender Saum, der sich deutlich von der Propria aber noch viel schärfer vom Plasma absetzt, leichter nachweisbar, als bei Osmiumbehandlung, wo sie sich weniger vom Cnidarium unterscheidet. Alle plasmatischen Farbstoffe zeigen sie — wenn Ueberfärbung vermieden wurde — völlig farblos; besonders bei Carmalauntinction ist der Gegensatz zum starkgefärbten Cnidarium ein grosser. Nie wird sie vermisst. Je älter das Stadium, um so dicker ist sie; doch ist letzteres nicht immer der Fall. Manchmal erscheint sie schon an jungen gekrümmten Stadien fast so dick als das Cnidarium selbst; indessen kann hier ein abnormaler Zustand, ein durch Schrumpfung der Propria veranlasstes übermässiges Austreten von Skleraanlage vorliegen. Es kommt auch vor, dass man in dem Mantel zwei Schichten unterscheidet, von denen die innere nur die hintere Hälfte des Cnidariums umgreift. Das würde zu jener Thatsache stimmen, dass (besonders deutlich bei *Agalmopsis*) der hintere Theil des Mantels meist dicker als der vordere ist, während an der ausgebildeten Cnide die Dickenverhältnisse ziemlich gleichmässige sind. Somit geht die Fusshälfte des Cnidariums in der Skleraausscheidung der Wachsthumshälfte voran, wofür auch ferner spricht, dass, je mehr die Cnide zum Einstülpungsvorgang heranreift, umsomehr die distale Oeffnung sich verengt.

Bei Berücksichtigung der eben festgestellten Thatsache, dass die Sklera innerhalb der Cnide, und zum weitaus grössten Theile im Schlauche entsteht, ergeben sich alle diese Befunde als ganz selbstverständliche, und wir können nun auch, was bis jetzt vermieden wurde, den ersten Entwicklungsgang der Cnide einem genaueren Studium unterziehen.

Die ersten Stadien sind bei Plasmafärbung völlig farblos bis auf einen schwer wahrnehmbaren dunkleren Fleck im Centrum. Skleratinction zeigt sie dagegen intensiv dunkelbraun, nur im Centrum ein wenig lichter. Somit besteht die erste Cnidenanlage fast ausschliesslich aus der Skleraschicht; der centrale Fleck erweist sich an heranwachsenden Cniden als die Anlage des Cnidariums, das an einer Seite (Wachsthumspol) mit dem Plasma in Verbindung steht. B e i d e C n i d e n e l e m e n t e, C n i d a r i u m u n d S k l e r a s c h i c h t, w e r d e n g l e i c h z e i t i g a n g e l e g t. Nie kann ein Einwachsen des Cnidariums (MURBACH'scher Kapselkeim, CHUN'scher Cnidoblast) in eine vorher angelegte Skleraschicht (MURBACH'scher Secretraum) beobachtet werden; beide Elemente sind nur zugleich nachweisbar. Diese unanfechtbare Thatsache, die ich an Hunderten von Beispielen feststellte, stimmt zusammen mit den weiter oben

geschilderten Befunden, dass die Skleraschicht dem Cnidarium entstammt und zur Hauptsache im Schlauche angelegt wird. Aus ihnen folgt aber mit zwingender Nothwendigkeit, dass auch die an den jüngsten Stadien nachweisbare Skleraschicht aus dem Cnidarium stammt.

Die Sklerabildung geht zeitlich der Anlage des Secretes voraus. In den jüngsten Stadien ist vom Nesselsecret noch nichts vorhanden, wie die Befunde über das Auftreten des Secretstranges beweisen. Was im Cnidarium anfangs vorhanden ist, ist daher allein Skleraanlage, von der ein Theil wegen seines Wassergehaltes dem Cnidarium durch die hygroskopische Wirkung des Plasmas sofort entzogen wird, wobei die Propria etwas einschrumpft. Aus der färberischen Verwandtschaft der Skleraanlage zur Skleraschicht erklärt sich auch, warum die Propria in der Cnidenanlage nur schwierig sichtbar ist.

Fassen wir nun zusammen, was wir über die Bildung der Skleraschicht wissen, so ergibt sich Folgendes: Angelegt wird die Skleraschicht im Cnidarium, an dessen Auftreten sie gebunden ist, und im Schlauche, der ja nichts als eine Fortsetzung des Cnidariums vorstellt. Der Austritt durch die Propria hindurch erfolgt nur am Cnidarium, nicht aber auch am Schlauche; er ist demnach localisirt. Da sich chemische Differenzen weder in der Skleraanlage, je nachdem sie im Cnidarium oder im Schlauche liegt, zeigen, noch das Protoplasma Differenzirungen aufweist, je nachdem es der Kapsel oder dem Schlauche benachbart ist (was schon wegen der geringen Quantität, in der es überhaupt vorhanden ist, unwahrscheinlich dünken muss); so folgt daraus eine structurelle Verschiedenheit der Propria des Cnidariums zu der des Schlauches, da nur erstere für die Skleraanlage durchlässig ist, die letztere nicht. Auf einen Unterschied deuteten schon die Befunde bei E.-Behandlung hin; die Möglichkeit dazu ergibt sich ferner daraus, dass die Bildungspunkte beider getrennte sind. Dabei dürfte es sich aber nicht um fundamentale Unterschiede handeln, wie zwischen Propria und Sklera; vielmehr muss den Befunden gemäss auch die Schlauchpropria vom Plasmagerüst abgeleitet werden; sie wird nur ein dichteres, weniger permeables Gefüge haben als die Propria des Cnidariums.

f) Behandlung mit Sublimat (S.): Durch Sublimat wird die Form der Jugendstadien aufs beste gewahrt; Kapsel und Schlauch

sind prall gefüllt und das Secret ist darin in seinen verschiedenen Entwicklungszuständen gut zu beobachten. Leider aber sind die Zellen schwerer zu isoliren als bei anderen Methoden, und das Protoplasma ist so stark gekörnt — wahrscheinlich wegen reichlicher Fällung der Zwischengerüstsubstanz — dass hiedurch vielerlei, besonders am Schlauch und an den jüngsten Stadien, verdeckt wird. Untersuchung in Glycerin ist daher nothwendig. Die Kerne sind von sehr dichter Beschaffenheit, fallen daher leicht auf, auch ungefärbt. Wir lernen am Sublimatmateriale einiges Neue, das für das Verständniss der Cniden wichtig ist.

Der Secretstrang ist (wenn das Plasma es zulässt) gut zu beobachten. Er zeigt fast homogene Beschaffenheit und hebt sich von der Skleraanlage scharf ab. Seine Umbildung zum körnigen Secret ist am Sublimatmateriale am besten zu beobachten. Wir sehen in den jungen accessorischen Cniden, sobald der Strang den Fusspol erreicht hat, ihn sich mit einer kräftigen Körnelung umgeben, die das Cnidarium locker erfüllt. An den ältesten noch gestreckten Stadien ist der Strang in dieser Körnermasse noch deutlich; später verschwindet er ganz. Immerhin ist auch an den jungen Stadien seine Anwesenheit wegen der Körnelung weniger leicht zu constatiren als am Osmiumformolmateriale, wo der Cnidarieninhalt fast homogen erscheint. Wir haben hier einen interessanten Contrast in der Reagentienwirkung. Während O.- und F.-Behandlung ein dichtes Secretgefüge, also Verklebung der Secretkörnchen bewirkt, wodurch das Secret im ganzen leicht als homogene Masse sich darstellt, lockert im Gegentheil Sublimat das Gefüge, so dass wir in der Kapsel eine deutliche Granulirung treffen. Die auch beim O.- und F.-Materiale in der jungen accessorischen Cnide eintretende Auflösung des Secretstranges in eine Körnermasse wird gegenüber dem S.-Materiale erst später deutlich.

Die Fig. 145, 148 zeigen am F.- und O.-Materiale den Unterschied in der Secretbeschaffenheit sehr deutlich zur Fig. 150*a*, zum S.-Materiale. In letzterer ist die Körnelung eine relativ sehr grobe; das Secret erscheint gelblich getrübt. Auch an den Einstülpungsstadien ist die Körnelung noch zu erkennen (Fig. 167), während F.- und O.-Material hier das Secret homogen zeigt. Aber welcher Unterschied zur Fig. 150*a*, da nicht allein die Körnelung viel zarter, sondern auch das Secret in toto hell, nicht mehr trüb, sondern weiss, mit etwas bläulichem Schimmer erscheint. Der Glanz steigert sich mit zunehmender Verdichtung des Secretes immer mehr. — In der Körnelung konnte ich gelegentlich ein radial strahliges Gefüge

— auch schon an jüngeren Stadien — erkennen (siehe hiezu auch unter III).

In einer grossen Cnide beobachtete ich einmal eine Menge glänzender spindelförmiger Körper, die wohl nur eine anormale Verdichtung im Secret vorstellten. Aehnliche derbere Klumpen finden sich auch gelegentlich bei anderen Fixirungsweisen.

Auffällig unterscheidet sich ferner das S.-Material vom O.- und F.-Materiale durch die relative Dünne der Skleraschicht. Im Anfang übersah ich sie ganz; ich wurde dadurch in meiner ursprünglichen Ansicht (1894) bestärkt, dass Skleraausscheidung und Einstülpung sich wie Ursache und Wirkung verhalten. Aber auch an den Einstülpungsstadien ist sie oft kaum erkennbar, erst an den fertigen Kapseln von der gewöhnlichen Dicke. Später schien sie mir nur den jungen Stadien zu fehlen; aber auch hier wird sie durch Skleratinction deutlich gemacht (Fig. 57) als zarter Ring, der aufs innigste der Propria sich anschmiegt. Wie können wir diesen bedeutsamen Unterschied in der Reagentienwirkung uns erklären?

Ich glaubte anfangs, dass Sublimateinwirkung den Austritt der Skleraschicht an den Wachsthumsstadien, den ich früher als postmortalen oder durch Reagentienwirkung veranlasst betrachtete, im Gegensatz zu E., O. und F. verhindere, indem keine Schrumpfung der Propria eintrete. Aber da auch für das lebende Material ein successiv stattfindender Austritt der Skleraschichte im Laufe der Entwicklung angenommen werden muss, so kann die Wirkung des Ss. nur auf einer stärkeren Wasserentziehung aus der Skleraschicht beruhen. Bei O. und F. tritt keine Wasserentziehung ein, bei E. im Gegentheil eine Anreicherung (Verquellung). Erst an den letzten Reifestadien, wenn der Skleraschicht sowieso ihr Wasser entzogen und sie daher dichter und glänzender geworden ist, fällt auch die schrumpfenmachende Wirkung des Ss. auf sie hinweg. Diese hier angenommene Wirkung des Ss. äussert sich auch sonst sehr auffallend. Man vergleiche nur die Cniden gleicher Altersstadien der Grösse nach bei F. und bei S.-Behandlung (Fig. 115 u. 116, 173 u. 171); man denke ferner an die meist vacuolige Beschaffenheit des Plasmas bei O. und F. Fixirung, während durch S. die Vacuolen völlig verschwinden und das Plasma daher dichter und körniger erscheint. Somit erklärt sich die Zartheit der Skleraschicht bei S.-Behandlung sehr einfach.

g) Zusammenfassung: Aus den unter *a—f* dargelegten Befunden können wir uns von der Entwicklung der Cniden in der Wachsthumsperiode folgendes Bild machen.

1. Zuerst entsteht das Cnidarium als rundliches zartwandiges Bläschen im Protoplasma, mit dem es am Wachsthumspol direct zusammenhängt.

Die Murbach'sche Ansicht (1884) von einer intranucleären Herkunft des Cnidariums („Kapselkeim") ist völlig unbegründet.

2. Das Bläschen besteht aus einer durchlässigen, aus Gerüstfäden verklebten Wandung (Propria) und aus einem wässerigen, nur mit Skleratinction leicht färbbaren Inhalte (Skleraanlage).

3. Schon die jüngsten Stadien sind von einer dünnflüssigen, stark mit Skleratinction färbbaren Zone (Skleraschicht) umgeben, die durch die wasserentziehende Wirkung des Protoplasmas (oder gewisser Theile darin) aus dem Cnidarium ausgetreten ist.

Der Beweis für die intracnidäre Entstehung der Skleraschicht liegt in den seltenen Befunden völligen Mangels einer Skleraschicht an lebenden Wachsthumsstadien; der Austritt ist hier aus unbekannten zufälligen Gründen ein verzögerter. Ferner in der innigen Anhaftung der Schicht am Cnidarium. Drittens in Mangel von Bildungsstätten im Plasma ausserhalb des Cnidariums. Viertens in der färberischen Verwandtschaft des Cnidariuminhaltes zur Skleraschicht, deren eigenartiges färberisches Verhalten von keinem anderen Zellelemente getheilt wird. Schliesslich in der fortdauernden Vermehrung des charakterisirten Cnidariuminhaltes bei der Schlauchanlage, was der fortdauernden Verdichtung der Skleraschicht entspricht.

Den Austritt der Skleraschicht haben wir uns folgendermassen vorzustellen. Gewisse unbekannte Theilchen des Protoplasmas, die jedenfalls in der ganzen Zelle sich vertheilen, sind hygroskopischer Natur und entziehen continuirlich dem Cnidarium Theile seines wässerigen Inhalts durch die durchlässige Propria hindurch, die dabei ein wenig einschrumpft.

Der ausgetretenen Skleraanlage wird ausserhalb des Cnidariums unter dem directen Einflusse des Protoplasmas ein Theil des Wassers entzogen, so dass sie in dichterer Beschaffenheit, als intensiv mit Weigert- und Orceintinction sich färbende Skleraschicht zwischen Propria und Plasma eingelagert bleibt.

Die Durchlässigkeit der Propria ergibt sich aus der E.-Behandlung. Die Essigsäure wirkt heftig wasserentziehend auf das Cnidarium und bringt die Propria stark zum Schrumpfen, so dass letztere oft nur als ein krümliger Haufen gleichartigen Gerüst-

werks übrig bleibt. Wir dürfen die hygroskopischen Theilchen des Nesselzellplasmas der Essigsäure functionell vergleichen, doch ist die Wasserentziehung eine geringfügigere.

An einen Druck von innen auf die Propria, derart, dass beim Wachsthum die Skleraanlage nicht Raum im Cnidarium fände und deshalb durch die Propria hindurch nach aussen hervorquellte, kann nicht gedacht werden. Denn die Befunde sprechen für eine leichte Schrumpfung der Propria und ausserdem kann die Verdichtung der Skleraanlage ausserhalb des Cnidariums zur Skleraschicht nur auf Wasserentziehung beruhen, so dass eine hygroskopische Einwirkung des Plasmas auf das Cnidarium am plausibelsten scheint. Auch würde der Eintritt von Skleraanlage in das Cnidarium am Bildungspole bei entgegenstehendem Drucke durch keinerlei mechanische und chemische Nachweise sich stützen lassen.

4. Das Nesselsecret wird angelegt als ein vom Wachsthumspol einwuchernder plasmatischer Strang von bei den verschiedenen Cnidenarten verschiedener Mächtigkeit und Form, der sich nach und nach zu einer körnigen Secretmasse auflöst, die das Cnidarium ausfüllt.

Dieser Secretstrang entspricht dem intracapsulär entstehenden Schlauche Iwanzoff's (97). Die unter *d—f* vorgebrachten Befunde lassen über die Bedeutung des Stranges nicht den mindesten Zweifel übrig. Der Strang ist mit allen Färbemitteln färbbar. Seine Auflösung in einen losen Körnerhaufen dürfte durch eigene Reifung bedingt sein. Die Anlage des Secretstranges macht sich aussen am Wachsthumspole durch schaumige Umbildung des umgebenden Plasmas bemerkbar. Hand in Hand mit der Vergrösserung des Stranges (besonders deutlich bei den accessorischen Cniden von *Physophora*) geht eine Vergrösserung des Cnidariums und Zunahme der Skleraanlage.

5. Der Schlauch ist eine Verlängerung des Cnidariums, die sich durch eine dichtere, für die Skleraanlage undurchlässige Propria unterscheidet. Sie übernimmt die Bildung des Secretstranges und der Skleraanlage. Nach der Schlauchanlage erscheint somit das Cnidarium nur als Reservoir für das reifende Secret und als Austrittsstelle der Skleraanlage, die ausserhalb zur Sklera sich verfestigt. Der Wachsthumspol des Cnidariums dient nunmehr nur der Vergrösserung der Kapselpropria.

6. Der Schlauch wächst durch Anlagerung bläschenartiger Differenzirungen aus dem dem Endpunkte benachbarten Plasma, die aus Secret- und Skleraanlage und Propria bestehen. Wir unterscheiden im Schlauche vom Bildungspole bis zum Fusspole einen medianen plasmatischen oder körnigen Secretstrang, eine umgebende flüssige Skleraanlage und die einschliessende Propria.

Dass der Bildungspunkt im Plasma fixirt erscheint und der Schlauch demnach spiralig sich um diesen Punkt herum anordnen muss, wurde unter 3. erörtert. Neun Spiralwindungen scheinen bei Siphonophoren das Maximum der Schlauchlänge zu repräsentiren. Die Spiralebene entspricht im wesentlichen der Krümmungsebene (Sagittalebene) des Cnidariums, doch treten wegen der localen Anhäufung von Plasma an der ventralen (concaven) Kapselfläche Verschiebungen der Spiralebene ein, die indessen wohl nie zu einer rein transversalen Lage führen.

Der erst plasmatisch dichte Secretstrang nimmt im Schlauch allmählich eine körnige Structur an, die mit der im Cnidarium übereinstimmt (die bei O.- und F.-Behandlung sichtbare Ballenbildung wurde weiter oben als eine Uebergangserscheinung gedeutet).

II. Einstülpung des Schlauches und Cnidenreifung.

1. Einstülpung des Schlauches.

Historisches: Der so interessante Vorgang der Einstülpung des extracapsulär angelegten Schlauches in die Kapsel hat bis jetzt drei Deutungen erfahren, die wir hier näher besprechen wollen. Von den kurzen Bemerkungen, die Nussbaum und Jickeli, die ersten Beschreiber der extranucleären Schlauchbildung, diesem Punkte widmen, kann füglich abgesehen werden. Als erste discutirbare Ansicht äusserte ich 1892 auf pag. 384 Folgendes: „Sobald der Schlauch sich im Kapselinnern befindet, erscheint er dünn, also secretleer, und es ist daher denkbar, dass die Verdrängung des Secretes aus dem Schlauche mit der Einstülpung desselben in einem bestimmten causalen Verhältnisse steht.“ Diese Auffassung, die ich jedoch damals nicht weiter ausspann, erscheint mir noch heute als die richtige, und es wird daher in diesem Capitel meine Sorge sein, für die Verdrängung des Secretes aus dem Schlauche in die Kapsel, die eine Einstülpung der Schlauchwandung gewissermassen als unwesentliche Nebenerscheinung zur Folge hat, Ursachen anzugeben.

Eine Ursache gab ich bereits 1894 an, indem ich den Austritt der Skleraanlage aus der Kapsel in dieser Hinsicht verwerthete. Aber ich hatte damals übersehen, dass die Skleraschicht nicht erst bei Beginn der Einstülpung auftritt, sondern schon von allem Anfange an vorhanden ist. Wir werden aber in modificirter Weise diese Anschauung weiter unten benutzen können.

Murbach (94), der die frühzeitige Anlage der Skleraschicht („Secretraum") zuerst erkannte, stellt eine unklare Hypothese auf, die, in unsere Terminologie übersetzt, folgendermassen lautet. Die Skleraschicht wird nach Abschluss des Cnidenwachsthums durch Wasserentziehung verdichtet, nimmt aber zum Ersatz Wasser aus dem Cnidarium auf. In letzterem entsteht hierdurch ein negativer Druck, der, weil die Skleraschicht sich inzwischen verfestigt hat (wodurch?), zur Einstülpung des als nachgiebigen Punkt sich darstellenden Schlauches führt. Durch ihn wird der Schlauch von der Spitze an förmlich eingesogen. — Ich habe schon 1894 an dieser Darstellung als unrichtig gedacht nachgewiesen, dass die Sklera bereits vor der Einstülpung verfestigt sein soll, denn die Einstülpung muss ja Schritt für Schritt der Wasserentziehung, die eben zur Druckverminderung in der Kapsel führt, folgen. Die Skleraschicht ist ferner, wie die Befunde lehren, nach der Einstülpung noch flüssig, wenn auch dichter als vorher. Immerhin enthält die Murbach'sche Ansicht den richtigen Kern, dass sie sich auf eine chemische Einwirkung des Protoplasmas auf die Kapsel stützt, welchen Vorgang wir für die Bildung der Skleraschicht gleichfalls vertreten mussten.

Sehr weitschweifig sind die Betrachtungen Iwanzoff's (97) über den Einstülpungsvorgang. Auch nach ihm ist dieser verursacht durch das Entstehen eines negativen Druckes in der Kapsel, der aber nicht durch Wasserentziehung von aussen, sondern durch überschüssiges Wachsthum der Kapselwand nach Fertigstellung des Schlauches hervorgerufen wird. Diese, nach Iwanzoff „ganz einfache" Erklärung, hat wohl jedem neueren Bearbeiter der Cnidenentwicklung zunächst vorgeschwebt, ist aber wohl von jedem sofort als ganz unbrauchbar verworfen worden. Denn die Kapselpropria mag sich vergrössern, soviel sie will, niemals kann das zur Einstülpung des Schlauches führen, da der entstehende negative innere Druck einfach ein Collabiren der zarten Kapselwandung nach sich ziehen würde. Nur eine starre Wandung könnte bei der Vergrösserung einer inneren Druckverminderung widerstehen. Wenn die Sklera sofort in ihrer definitiven Beschaffenheit entstünde, wäre

vielleicht eine Einstülpung des weichen Schlauches derart möglich, obgleich dieser Wachsthumsprocess an sich schwer verständlich bliebe. Aber selbst Iwanzoff weiss, dass die Sklera erst lange nach der Einstülpung ihre solide Beschaffenheit annimmt; somit ist seine Einstülpungshypothese vollkommen hinfällig und unhaltbar.

Iwanzoff (97) hält die Einsaugung eines völlig extracapsulär angelegten Schlauches vom freien Ende an — welche Thatsache ich 1892 (pag. 385) zuerst erkannte — für unmöglich. Er meint, dass unter Voraussetzung einer extracapsulären Schlauchbildung, beim Einziehen des Schlauches durch negativen Druck in der Kapsel, die Reibung des inneren Schlauches bald so stark werden würde, dass „die Abplattung der dünnen Wände des hohlen Fadens“ (noch nicht eingestülpten Schlauchtheils) „weniger Hindernisse bieten“ müsste „als das fernere Einstülpen“. Es müsste daher nun „von der Basis des Fadens“ an weitergehen. Aber Iwanzoff ist so inconsequent, dass er seinen Einwand ein paar Seiten später ganz ausser Acht lässt. Denn wenn er auch die Anfänge der Einstülpung durch directes Einwachsen des Schlauches plausibel zu machen vermöchte — wobei indessen schon die Voraussetzung des Einwachsens falsch ist, wie wir gesehen haben — so müsste er doch für die letzte Einstülpungsperiode, nämlich diejenige, welche dem Abschluss der Schlauchbildung folgt, ein Einsaugen des noch vorhandenen äusseren Schlauches von dessen Basis an vertreten, da ja die Reibung des inneren am äusseren Schlauche nun dieselbe sein muss wie die, welche nach ihm ein Einsaugen des Schlauches von der Spitze her unmöglich macht. Aber daran denkt, wie gesagt, der russische Autor nun gar nicht mehr, denn auch bei ihm gelangt das Basalstück zuletzt in das Kapselinnere.

So finden wir denn Iwanzoff's ganze Erklärungshypothese der Schlaucheinstülpung völlig unbrauchbar, und es wäre Zeitverschwendung, noch auf weitere Einzelheiten, die durchwegs unhaltbar sind, einzugehen.

b) Beobachtung des Vorganges: Die Einstülpung des Schlauches in die Kapsel ist nur selten zu beobachten und daher jedenfalls ein rasch sich abspielender Vorgang. Indessen bedarf es nur einiger Geduld, um doch Cniden genug aufzufinden, die über das Formale des Vorganges ausreichende Auskunft geben. Trifft man auf eine Cnide mit theilweise eingestülptem Schlauche, so sind sicher in der Nähe noch andere gleichalterige vorhanden, was sich ja aus der Ableitung von 4, 8, vielleicht auch 16 Cnidoblasten von

einer Mutterzelle als selbstverständlich ergibt. So besitze ich Querschnitte durch den mit O fixirten Basalwulst der *Agalmopsis rubra*, wo auf einem Präparate eine ganze Anzahl Einstülpungsstadien vorhanden sind. Es ist klar, dass Schnitte durch solch letztere äusserst instructive sind, da geeignete Plasmafärbung an ihnen den an Totopräparaten oft schwer oder gar nicht sichtbaren inneren Schlauch deutlicher hervortreten lässt.

Am häufigsten trifft man Stadien der Schlaucheinstülpung von den kleinen Kapselarten, die insofern von Interesse sind, als hier der in die Kapsel eintretende Schlauch sehr deutlich erkennbar ist. Man vergleiche Fig. 44 mit Fig. 52, um sofort sich zu vergewissern, dass von einer Deutung des Secretstranges als Schlauch nicht die Rede sein kann. Man erkennt scharf das innere Schlauchende und sieht den Schlauch selbst als regelmässige, gleichartig dicke Spirallinie, die nicht das geringste von den weichen unbestimmten Umrissen der Secretstrangschraube an sich hat. Schwieriger lässt sich der innere Schlauch in den grossen Cniden wahrnehmen, doch lassen Fig. 151—164 über den Modus der Einstülpung keinen Zweifel.

Wenn der innere Schlauch erkennbar wird, ist die Cnide stets gestreckt, von Secret prall erfüllt und von einer deutlichen glänzenden Skleraschicht umgeben. Sie schliesst sich in Hinsicht auf ihr Aussehen an die ältesten Wachsthumsstadien an, zeigt aber deren charakteristische Eigenschaft — die Anschwellung des Cnidariums — womöglich noch mehr gesteigert. Sofort an diesem äusseren Habitus, dieser gleichmässigen Anspannung der Propria oder — wie man auch sagen kann — möglichst vollkommenen Anstrebung der Kugelform, sind die Stadien der Einstülpung zu unterscheiden, wenn auch im Innern der Schlauch nicht sichtbar ist. Fehlt an den betreffenden Zellen ausserdem die seitliche Protoplasmaverdickung, die den äusseren Schlauch barg, so ist die Einstülpung schon vollendet. Ein einzigesmal beobachtete ich an einem lebenden isolirten Cnidoblasten den Vorgang der Einstülpung, allerdings nur kurze Zeit, direct; es war ein Einstülpungsstadium vom *Plutus cnideuporus*.

Fig. 151 zeigt eine rundliche Kapsel, in welche bereits ein Theil des Schlauches eingestülpt ist, während ausserhalb noch $3^1/_2$ Windungen liegen. Das äussere Schlauchende war abgerundet und das benachbarte Protoplasma durch nichts gekennzeichnet. Die Schlauchwindungen zeigten einen stärkeren Glanz, als es an Stadien vor Beginn der Einstülpung der Fall ist. Ganz in der Nähe lag die in Fig. 129 dargestellte Zelle, deren Schlauch weit blasser erschien. Nicht die Spur eines im Innern gleitenden Endtheiles war festzu-

stellen; auch in der Kapsel hielt es schwer, die genauen Grenzen des bereits eingestülpten Knäuels zu ermitteln, doch lag das nur an dem starken Glanze des Kapselsecretes, keineswegs an Unbestimmtheit der Knäuelumrisse, vergleichbar den von Iwanzoff gezeichneten Bildern. Auch die Windungen waren hie und da angedeutet; so machen sich an derartigen Knäueln immer die seitlichen Strecken, wo der Schlauch punktartig gesehen wird, durch stärkeren Glanz deutlicher bemerkbar; am schärfsten ist immer die innere Grenze in der Kapsel zu sehen, da hier der Schlauch bereits seiner definitiven Ausbildung entgegenschreitet.

Ich beobachtete das freie äussere Schlauchende eine Viertelstunde lang und sah eine Verlagerung desselben bis zu dem durch den Pfeil angedeuteten Punkt. Die Zelle wahrte während dieser Zeit völlig ihre Lage. Dann schien infolge Absterbens der Zelle der Process zu enden, wie denn auch an anderen Cnidoblasten aus gleichem Grunde ein Fortrücken des freien Endes nie constatirt werden konnte. Das eingestülpte Stück beträgt etwa $^1/_6$ einer der mittleren Spiralwindungen; wollte man nun die beobachtete Geschwindigkeit der Einstülpung als die normale betrachten, so dürfte bei ca. 9 Windungen der ganze Vorgang ungefähr 14 Stunden dauern — eine vielleicht zu hoch gegriffene Ziffer, da der Moment des Absterbens nicht genau festzustellen ist, die aber als die einzige bis jetzt abgeleitete immerhin von Interesse ist. Wissen wir doch über die Dauer des Wachsthumsvorganges nicht das Geringste. An eine besonders geschwinde, vielleicht nur minutenlange Einstülpung dürfen wir schon deshalb nicht denken, weil der Process, den wir als Ursache der Einstülpung anzusehen haben, nicht übermässig schnell sich abspielen kann (siehe unter *d*). Die Seltenheit der Bilder erklärt sich auch genügend bei einer Einstülpungsdauer von mehreren Stunden, während das Wachsthum vielleicht tagelang andauern dürfte.

c) Formveränderungen: Betrachten wir zunächst die Kapsel. Bei Iwanzoff spielt als Ursache der Einstülpung das Wachsthum der Kapsel, wodurch ein negativer intracapsulärer Druck erzeugt werden soll, die Hauptrolle. Er lässt die Kapsel noch wachsen, wenn der Schlauch bereits ausgebildet ist; aber er führt weder Maasse an, noch sind seine Figuren geeignet, die Behauptung zu beweisen. In Wirklichkeit findet nach Abschluss der Schlauchbildung — ja vielleicht auch schon früher — kein Wachsthum des Cnidariums mehr statt. Ich habe eine Menge Messungen angestellt, die dagegen sprechen.

Zwar scheint Fig. 149 im Vergleich zu Fig. 173 die Iwanzoff'sche Behauptung zu stützen, doch hätte ich ebensogut ein grösseres ältestes Wachsthumsstadium neben ein kleineres Einstülpungsstadium stellen können. Die Grösse der Cniden variirt, vielleicht auch haben wir bei *Physophora* 2 Arten von grossen Cniden zu unterscheiden, d. h. neben den accessorischen der Knöpfe noch grosse ovale für andere Punkte des Stockes bestimmte. Die Befunde bei *Agalmopsis* und *Forskalia* bestätigen, dass ein Wachsthum der Kapsel nach der Schlauchvollendung nicht mehr stattfindet.

Bezeichnend für die Einstülpungsstadien ist die fortschreitende Verdichtung der Skleraschicht. Ich habe schon früher betont, dass am lebenden Materiale die Skleraschicht der Einstülpungsstadien deutlicher ist als an Wachsthumsstadien. Sie hat das Maximum ihrer Dicke erreicht und zeigt gesteigerten Glanz, ist also dichter geworden. Letzterem Momente möchte ich grössere Bedeutung zusprechen als ersterem, denn aus ihm vor allem ergibt sich eine Anreicherung der specifischen Sklerasubstanz, die wie wir nun wissen, aus dem Cnidarium stammt. Von irgend welch erheblicher Solidität ist aber noch keine Rede; diese gewinnt die Sklera erst nach der Wanderung der Cnide an der Verbrauchsstätte.

Während zunächst die Kapsel gegen die ältesten Wachsthumsstadien unverändert bleibt, indem sie — um es zu verdeutlichen —, so weit es eben in ihrem Vermögen steht, die Kugelform anstrebt, tritt nach und nach bei sämmtlichen Cnidenarten eine Streckung ein, die bis zu der für die Wanderstadien charakteristischen Gestalt überleitet. Eine Ursache dieser Streckung aus Structurveränderungen im Cnidarium abzuleiten, war mir ebenso unmöglich wie die Zurückführung auf die Skleraverdichtung. Wir müssen sie ganz allein in der specifischen Veranlagung der Cnidocyte suchen, die wieder deutlich zum Ausdrucke kommt, wenn die mit der Einstülpung verbundene Abrundung überwunden ist.

Die Formveränderungen des Schlauches sind viel schwieriger zu ermitteln als die der Kapsel. Zunächst ergibt sich als unbestreitbare Thatsache, dass die Einstülpung am Bildungspunkte beginnt, da das Basalstück, wie die Fig. 167 u. a. lehren, zuletzt in die Kapsel eintritt. Wie aber vollzieht sich der Einsaugungsprocess im einzelnen? Darüber dürfen wir uns aus den Befunden an den ältesten Wachsthumsstadien und aus dem Aussehen des Schlauches in der Kapsel folgendes Bild machen. Eine directe Beobachtung des Innenrohres im Aussenrohre war mir leider aus leicht verständlichen Gründen unmöglich.

Der Schlauch ist vor der Einstülpung prall angefüllt, und zwar liegt zu innerst der Secretstrang, peripher die Skleraanlage. Endet die Secretbildung, so muss, da — aus später zu erörternden Gründen — der Strang das Bestreben hat, in die Kapsel einzusinken, der Schlauch an seinem distalen, wie wir wissen, geschlossenen Ende dem verminderten Innendrucke nachgeben. Wie wird er sich verhalten? Wir wissen, dass er sich umstülpt und in das Aussenrohr einsinkt; dass seine Aussenfläche zur Innenfläche und umgekehrt wird, dass er also einem Handschuhfinger gleicht, dessen Spitze man von innen einzieht. Aber wir wissen noch mehr von dem Innenrohre. Dieses gleicht, wie Fig. 165 lehrt, in der That einem Rohre, insofern es rnude, glatte Aussenwände zeigt; auch müssen wir aus später anzugebenden Gründen (siehe bei Widerhakenbildung) annehmen, dass es von einiger Substanz erfüllt ist. Von einer Faltung der Propria kann bei der Einsaugung nicht die Rede sein; wir müssen vielmehr eine Zusammenziehung, also Verdichtung annehmen.

Eine Faltung tritt nur am Basalstück ein und macht sich hier auf so charakteristische Weise bemerkbar, dass sie — falls am Fadentheil vorkommend — auch dort erkennbar sein müsste. Ich glaube vielmehr, dass die Wand aus eigener Elasticität sich zusammenzieht, also im Bildungszustande gedehnt gewesen ist. Diese Elasticität, die sich ja bei der Cnidenentladung wieder deutlich bemerkbar macht, unterscheidet die Schlauchpropria von der Kapselpropria und steht vielleicht im Causalnexus zur mangelnden Durchlässigkeit, welche wiederum der Kapselpropria zukommt.

Am sich bildenden Schlauche steht der Secretstrang am distalen Ende direct mit der Propria im Zusammenhang. Es liegt kein Beweis vor, dass dieser Zusammenhang sich löst. Wird nun der Secretstrang fortschreitend in die Kapsel eingesogen, so wird er einfach die zusammenschrumpfende Propria nach sich ziehen; er wirkt also wie ein Bindfaden, den wir innen an der Handschuhfingerspitze befestigen und mit dem wir die Spitze einziehen können. Hierbei müsste nun aber auch die Wand des Aussenrohres collabiren, wenn nicht zwischen Secretstrang (oder Innenrohr) und Aussenrohr die Skleraanlage vorhanden wäre, die bei der Einstülpung dem Secretstrange folgt (siehe bei Reifung). So gleitet das Innenrohr als directe Fortsetzung des Secretstranges im prall gefüllten Aussenrohre ohne alle directe Reibung an der Wand des letzteren nach der Kapsel zu, in die es gleich dem Secrete eintritt und hier nun in sofort zu besprechender Weise sich anordnet.

IWANZOFF hält, wie bereits angeführt, die Einsaugung des Schlauches vom distalen Ende aus deshalb für unmöglich, weil, „je weiter dieses Einziehen fortschreiten würde, die Reibung stärker werden" würde, „und sehr schnell würde die Abplattung der dünnen Wände des hohlen Fadens weniger Hindernisse bieten als das fernere Einstülpen". Dies würde allerdings der Fall sein, wenn nicht das Aussenrohr eine von IWANZOFF ganz unberücksichtigt gebliebene flüssige Substanz, die Skleraanlage, enthielte, die der Abplattung entgegenwirkt. Wir dürfen sagen, dass ohne Anwesenheit der Sklerasubstanz im Schlauche die Einstülpung desselben überhaupt unmöglich wäre.

Aus den Fig. 155, 165 geht hervor, dass bei der Verlagerung des Schlauches in die Kapsel keine Lücken im Protoplasma entstehen; vielmehr verschwindet die einseitige Plasmaanschwellung vollständig bis auf die kleine Verdickung, welche die Einlagerung des Kerns hervorruft. Diese bemerkenswerthe Thatsache scheint mir ein guter Beweis dafür, dass die äussere Schlauchspirale gewissermassen gewaltsam zustande gekommen ist, indem die neugebildeten Schlauchtheile dem fixirten Bildungspunkte ausweichen mussten und sich deshalb in Spiralcurven um ihn herumlegten. Die Menge des Protoplasmas im Umkreis der Schlauchwindungen bleibt dabei von Anfang an eine geringe und wird nur durch den Druck des wachsenden Schlauches breit vertheilt. Anders läge der Fall, wenn sich der Schlauch in ein überall in lebhafter Wucherung befindliches Plasmapolster fortschreitend hineinfrässe. Dann könnte von einer gewaltsamen Dehnung des Protoplasmas nicht die Rede sein, dann würde aber auch die vollkommene Einschrumpfung des Polsters bei der Einstülpung nicht nothwendig erfolgen müssen. Dass in einer elastischen Druckwirkung des Plasmagerüstes auch ein die Einstülpung begünstigendes Moment liegt, braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden. Gerade diese Mitwirkung dürfte für einen bald zu erörternden Vorgang von Bedeutung sein.

Das Innenrohr, das im Aussenrohr nicht beobachtet werden konnte, ist bei den grossen Cniden auch in der Kapsel, vor allem bei Beginn des Eintrittes nicht leicht zu bemerken. Indessen liegen Befunde genug vor, die uns eine spirale Aufrollung des Innenrohres in der Kapsel lehren, so wie die Fig. 151—165 sie darstellen. Von einer Verwechslung mit dem längst aufgelösten Secretstrange kann, wie bereits weiter oben für die kleinen Cnidenarten angegeben ward, nicht die Rede sein. An der Spirale sind zunächst die seitlich gelegenen optischen (Fig. 167) oder wirklichen (Fig. 163) Quer-

schnitte, weniger deutlich die Windungen als solche zu erkennen. Günstige Färbung kann den Nachweis der Innenspirale erleichtern. So sehen wir bei Gentiana- oder Methylenblaufärbung den äusseren Schlauch hell, den inneren dagegen gefärbt. Ersteres Verhalten erklärt sich aus der Anwesenheit der sich nicht färbenden Skleraanlage im äusseren Schlauche; am inneren Schlauche dagegen ist die vom Plasma abzuleitende Propria für Farbstoffe empfänglich. Viel deutlicher wird der innere Schlauch, sobald die Widerhaken sich entwickeln, doch können wir darauf erst weiter unten (2.) eingehen.

Uebrigens unterliegt die Deutlichkeit des Innenschlauches sehr grossem Wechsel, was auf verschiedener Reagentienwirkung beruht. Am schwierigsten ist er am lebenden Materiale zu sehen, da der Glanz des Secretes ein beträchtlicher ist; auch bei starker Aufhellung der Präparate ist er schwer oder gar nicht zu erkennen. Die Spirale ist zunächst eine ziemlich schmale lang gestreckte und von gleichmässigem Durchmesser. Wie Fig. 160 und 167 von *Physophora* (accessorische Cniden) lehren, durchsetzt sie bei noch nicht völliger Einstülpung des Basalstückes schon die ganze Kapsellänge, so dass sie am Fusspole oder in dessen Nachbarschaft sich gleichsam aufstemmt. Die Zahl der Spiralwindungen beträgt, wie Fig. 160 zeigt, ca. 35. Allmählich lockert sich dann die Spirale und die Weite der einzelnen Windungen nimmt beträchtlich zu, ohne dass dabei aber die Zahl der Windungen sich verminderte (Fig. 201). Da diese Lockerung mit der Widerhakenbildung zusammenfällt, so wird sie erst später zu besprechen sein. Die Einstülpung des Basalstückes ist eine sehr charakteristische, indem sie mit der Bildung der grossen Widerhaken direct zeitlich verbunden ist. Wir werden daher auch erst unter 2. darauf eingehen.

Warum legt sich der eingestülpte Fadentheil in der Kapsel überhaupt in regelmässige Windungen von einem ganz bestimmten Querdurchmesser? Die Ursache dafür haben wir jedenfalls in der vollständigen Secreterfüllung des äusseren Basalstückes zu suchen. Wie die Fig. 151, 159, 161 lehren, entspricht die Weite der inneren Spirale ungefähr der Weite des stark gedehnten Basalstückes. Während das Innenrohr im äusseren Faden, der ja, wie wir wissen, nicht vom Secretstrang ganz erfüllt ist, zweifellos völlig gestreckt gleitet, sucht es, sobald es in das von körnigem Secret erfüllte Basalstück eintritt, dem Secretwiderstande seitlich auszuweichen und legt sich daher in spiraler Windung diesem auf. Je tiefer der das Basalstück füllende Secretpfropf in die Kapsel einsinkt, um so reicher häufen sich unmittelbar auf ihm die Windungen des

Innenrohres an; das Basalstück ist daher zuletzt ganz von der Schlauchspirale erfüllt, wenn das Secret bereits in der Kapsel sich befindet. Da aber auch Skleraanlage noch im Aussenrohre vorhanden ist und wie das Secret nach und nach eingesogen wird, so sinkt auch das Innenrohr nach und nach in die Kapsel ein und wird sich als compacte Gesammtmasse in das Kapselsecret einbohren, welche aber, wie die Befunde zeigen (z. B. Fig. 167), immer eine seitliche Lage einnimmt, daher eigentlich dem Secret auszuweichen scheint. — Die weiteren Vorgänge werden wir unter 2. und 3. zu besprechen haben.

d) Ursache der Einstülpung: Während der Formveränderungen an Kapsel und Schlauch macht auch der Inhalt der Kapsel eine Aenderung durch. Wir haben ihn auf den ältesten Wachsthumsstadien je nach der Reagentienwirkung verschieden deutlich gekörnt angetroffen. S.-Behandlung zeigte die Körnelung am besten, bei F.- und O.-Behandlung erschien das Secret mehr homogen, die Körnelung stark gedrängt. Völlig homogen ist der Inhalt auch bei Osmiumconservirung nicht. Man darf sagen, in den Wachsthumsstadien besteht der Kapselinhalt aus einer sehr gleichartigen Mischung einer körnigen und einer flüssigen Substanz; erstere ist das aus dem plasmatischen Secretstrang hervorgehende, feste Nesselsecret; letztere die wasserhaltige Skleraanlage, die bei fortdauernder hygroskopischer Wirkung des die Kapsel einschliessenden Plasmamantels mehr und mehr durch die Kapselpropria hindurch nach aussen gelangt und zur Skleraschicht condensirt wird. Je freier das Cnidarium von Skleraanlage, desto enger drängen sich die Secretkörner; doch ist eine vollkommene Berührung nicht möglich, da ja aus dem Schlauche immer Ersatz für die entzogene Skleraanlage zu haben ist. Anders wird das Bild, wenn die Schlauchbildung abgeschlossen ist und der Schlauch ins Innere der Kapsel gelangt. Durch fortdauernde Wasserentziehung gelangt schliesslich die ganze Skleraanlage nach aussen, und das Nesselsecret wird zu einem homogenen Klumpen zusammengepresst.

So schnell wie die Einstülpung verläuft, endet dieser Process nicht, vielmehr dauert er noch während der ganzen Cnidenreife an, wie die flüssige Beschaffenheit der Skleraschicht beweist. Wo anders her kann die Sklera ihr Wasser beziehen als aus der Kapsel, da ja wiederum das Plasma der Skleraschicht Wasser entnimmt? Für die Fortdauer der Wasserentziehung spricht das Verhalten der Skleraschicht bei Zusatz von Essigsäure. Sie verquillt auch noch an den Reifestadien, die sich auf den Nesselknöpfen befinden, und

zwar derart, dass sie weder optisch noch färberisch nachweisbar ist. Erst nach völliger Wasserentziehung und daraus sich ergebender Verfestigung, die sie zu einem ausserordentlich harten Gebilde macht, verliert sie die Fähigkeit der Wasseraufnahme bei Essigsäurezusatz völlig und ist bei jeder Fixirungsmethode auf jede Art nachweisbar. So sehen wir durch die ganze Entwicklung der Cnide einen chemischen Process sich hindurchziehen, der eine Verminderung des Kapselinhaltes bewirkt und dadurch nebenbei zur Ursache der Einstülpung des aussen angelegten Schlauches wird.

Ich sage: nebenbei. Denn meiner Ansicht nach ist die Schlaucheinstülpung nur eine Begleiterscheinung der fortdauernden Skleraverdichtung. In keiner anderen Ursache als in der ununterbrochenen Entziehung der wasserhaltigen Skleraanlage aus der Kapsel durch hygroskopische Wirkung von Seiten des Protoplasmas kann ich die Einsaugung des Schlauchinhaltes in die Kapsel veranlasst finden. Mit dem Inhalte ist aber die Schlauchwand, wie wir sahen, aufs innigste verknüpft; sie folgt passiv dem mächtigen Zuge, wie er durch die Erzeugung negativen inneren Druckes in der Kapsel auf den Schlauchinhalt ausgeübt wird. Durch die Schlauchpropria kann die Skleraanlage nicht nach aussen treten, sie muss es aber nach und nach durch die Kapselpropria hindurch, wenn sie in die Kapsel gelangt ist, und ihre Ausschwitzung dient wieder zur Aufnahme neuer Anlagensubstanz aus dem Schlauche u. s. f.

Da eine genaue Erforschung ergibt, dass von allem Anfang an Nesselsecret und Skleraanlage nebeneinander — in mechanischer, nicht chemischer Vermischung — in der Cnide vorkommen, so kann man nicht sagen, dass Veränderungen im Secret die Einstülpung bewirken. Vielmehr dient dazu die Entziehung der dem Secret beigemengten flüssigen Skleraanlage, wie es scheint, ganz allein. Das Secret als solches macht selbstverständlich auch Veränderungen durch, wie sich aus dem Zerfall des erst compacten Secretstranges in eine gleichmässige Körnelung ergibt. Niemals ist es aber von flüssiger Beschaffenheit. Nach völliger Entziehung der Skleraanlage bildet es eine anscheinend völlig einheitliche homogene Masse, die sich aufs intensivste mit allen möglichen Farbstoffen färbt und in Osmiumsäure schwärzt. Die Zunahme an Homogenität und Farbstoffaffinität kann man Schritt für Schritt beobachten, immerhin muss die gesteigerte Affinität auch auf eigener chemischer Veränderung (specielle Secretreifung) beruhen.

Zusammenfassung: Fassen wir das Resultat der Befunde über den Einstülpungsvorgang zusammen, so müssen wir Folgendes hervorheben.

Die von Seiten des Protoplasmas auf die sich entwickelnde Cnide ausgeübte hygroskopische Wirkung bedingt eine fortdauernde Entziehung der wasserhaltigen Skleraanlage aus dem Cnidarium.

Infolgedessen entsteht im Kapselinnern ein negativer Druck, welcher durch entsprechend überschüssige Vermehrung des Schlauchinhaltes, der in die Kapsel eintritt, aufgewogen wird.

Nach Schluss der Schlauchbildung bedingt bei andauernder hygroskopischer Wirkung des Plasmas der negative Druck in der Kapsel die völlige Einsaugung des Schlauchinhaltes, wobei der Secretstrang die mit ihm in Verbindung stehende, sich einstülpende und contrahirende Schlauchwand (Innenrohr) nach sich zieht.

Die aus dem Schlauche in die Kapsel eintretende Skleraanlage wird während der folgenden Reifung nach und nach völlig der Kapsel entzogen, bis diese allein vom festen (gelatinösen) Nesselsecret erfüllt ist (siehe bei Reifung).

2. Widerhaken- und Deckelbildung.

a) Basalstück des Schlauches: Die Widerhakenbildung folgt unmittelbar der Einstülpung des Schlauches. Am günstigsten für ihr Studium erwies sich mir das S.-Material von *Physophora*. Wir erkennen daran folgende Reihe von Bildern.

Der Schlauch ist noch nicht völlig eingestülpt, wenn bereits im Kapselinnern die ersten Anfänge der Widerhakenbildung sichtbar werden. Fig. 167 zeigt einen nur sehr schwierig erkennbaren Strang innerhalb der geschrumpften Wände des eingestülpten Theils des Basalstückes von korkzieherartigem Aussehen. Beim Fortschreiten der Einstülpung wird dieser Korkzieher rasch viel deutlicher, indem er sich zu verfestigen scheint, und ist an den jüngsten Vorreifestadien meist das einzige, was man vom Schlauche überhaupt wahrnimmt (Fig. 180 z. B.). Er liegt, worüber kein Zweifel herrschen kann, innerhalb der Basalstückpropria, zu welch letzterer die weiten Spiralzüge der Zeichnung, die nur an ganz günstigen Präparaten deutlich zu erkennen sind, gehören. Sie befinden sich in der Propria selbst und bilden deren drei spirale Verdickungsstreifen, längs welcher — im bedornten Theile — an der fertigen Cnide die Widerhaken ansitzen. Diese Lagebeziehungen documentiren sich noch nicht bei

der Einstülpung, man sieht nur die Streifen an den Korkzieher herantreten. Erst bei Streckung des Korkziehers zeigen sich die Streifen seinen Windungen parallel.

Der Korkzieher selbst besteht aus drei (links zur Axe gestellten) Spiralzügen, die sich eng umwinden — am engsten am distalen Ende des Basalstückes — in ca. 7 Windungen, die am proximalen Ende in einen feinen gestreckten Strang übergehen, der durch die Kapselöffnung in directem Zusammenhang mit dem Protoplasma steht. Dieser Strang wird beim Auswachsen des Korkziehers deutlicher und zeigt dann eine homogene Beschaffenheit. Obgleich er direct mit dem Korkzieher zusammenhängt, hebt sich dessen proximales Ende doch immer davon scharf ab. Die Verbindung des Basalstückes mit dem Fadentheile ist auf diesem Stadium sehr schwer festzustellen.

Der Korkzieher wächst nun in die Länge, wobei seine Windungen sich strecken und denen der Verdickungsleisten in der Schlauchwand sich parallel legen, bis man schliesslich (Fig. 171) nur etwa zwei Umdrehungen wahrnimmt. Jede der drei ihn constituirenden Spiralzüge wird bei der Streckung breiter und länger. Besonders die letztere Veränderung ist auffallend, da sie sich in einem welligen Verlaufe des Bandes documentirt. Ich habe diesem Punkte viel Aufmerksamkeit gewidmet, da mir erst schien (Fig. 194), als sei jedes Band während des Wachsthums quergestreift (O.- und F.-Material) oder (Fig. 186) körnig (lebendes Material) ausgebildet. Beide letztere Wahrnehmungen sind aber, wie die Sublimatpräparate unzweideutig lehren, veranlasst durch eine Runzelung, die sich jedenfalls aus überschüssiger Materialzufuhr durch Vermittlung des feinen V e r b i n d u n g s s t r a n g e s zum Protoplasma ergibt. Sie ist zunächst am deutlichsten am proximalen Ende, erstreckt sich aber auch bis an das distale, wie Fig. 171 und 194 zeigen. An der fertigen Cnide ist sie nur am distalen Theile zu erkennen (Fig. 213).

Die starke Faltung der Basalstückpropria, wodurch ein dreiflügliger Querschnitt (Fig. 187) sich ergibt, erklärt sich aus dem geringen Inhalt im proximalen Theil derselben. Die Wandung collabirt hier bei der Umstülpung und nur die kräftigeren Verdickungsstreifen entfernen sich vom Verbindungsstrange, diesen spiral umlaufend. Anfangs erkannte ich nur drei einfache Spirallinien; jede dieser zeigt sich aber (Fig. 237) bei genauerem Zusehen als aus zwei anfangs dicht benachbarten hellen Linien bestehend, die nahe der Oeffnung sich zu umwinden scheinen, dann gestreckt nebeneinander laufen und gegen den Korkzieher hin sich etwas von einander entfernen,

so dass sie nun einen deutlichen, gleichmässig breit bleibenden Streifen bis ans Ende des Korkziehers bilden. Die Umwindung im Anfangsabschnitt wird vorgetäuscht durch eine starke Einwärtskrümmung, die an der fertigen Cnide noch sehr deutlich ist.

Der Korkzieher entspricht trotz seines kräftigen Glanzes nicht allein den späteren Widerhaken, sondern entwickelt sich zur Hauptsache — wie schon bemerkt wurde —, zu den kräftigen gewellten Bändern, denen erst die Stilette aufsitzen (daher Stiletträger). Diese selbst entstehen aus einer homogenen Substanz innerhalb von den Stiletträgern, die sich durch den Verbindungsstrang ins Protoplasma fortsetzt und die wir ihrer Bestimmung wegen Stilettanlage nennen wollen. Indessen muss berücksichtigt werden, dass das proximalwärts auswachsende Ende des Korkziehers nur wenig mehr mit den Stiletträgern zu thun hat, sondern direct zur Bildung der starken basalen Dornen Verwendung findet. Denn an der fertigen Cnide sind die Stiletträger nur am bedornten (also distalen) Theil des Basalstückes vorhanden; was in den glatten Theil hineinragt, ist in erster Linie der Dolch (die drei basalen Dornen insgesammt), welcher das Beutethier verwundet. Man muss also sagen: die von den Korkzieherzügen (Stiletträgern) umschlossene Stilettanlage (die ja mit den Trägern direct zusammenhängt), wächst bei der allmählich eintretenden Streckung der Basalstückpropria in das vordere Lumen des Basalstücks hinein zur Bildung der derben basalen Dornen, die schon zeitig zu erhärten beginnen, woher sich der starke Glanz dieses Theiles des verlängerten Korkziehers ableitet. Die übrigen, an sich auch glänzenden mittleren Dornen sind durch die stark glänzenden Stiletträger verdeckt; nur die Enddornen (Fig. 171, 173) markiren sich deutlicher. — Die in den Fig. 200 und 201 im Umkreis des Dolches eingezeichnete körnig-plasmatische Substanz ist jedenfalls ein Rest, der im übrigen Basalstück zur Bildung der Stiletträger verwendeten Anlage. Diese ist als solche von der Stilettanlage nicht scharf zu trennen.

Zwischen den kleinen distalen Haken fällt ein scharf markirter Raum von Becherform auf, der vom Faden durchsetzt wird (Figur 171, 173). Dieses — schon lang bekannte — Bild erweist ein eigenartiges Verhalten des „konischen Zwischenstückes“, denn dieses ist in das Basalstück vorgestülpt. Man kann — wie Murbach es thut — dies Verhalten derart beschreiben, dass man sagt, das Zwischenstück sei überhaupt nicht eingestülpt. Indessen scheint mir

eher eine secundäre Ausstülpung vorzuliegen, die mit der Ausweitung des anschliessenden Basalstückes durch Erhärtung der zugehörigen Enddornen zusammenhängen dürfte. Indem die Stilettanlage sich hier in Widerhaken auflöst, die an den Stiletträgern fixirt sind, entsteht im Innern des Basalstückes ein Raum verminderten Druckes, der einsaugt, was nachzugeben vermag. Man vergleiche nur den Querschnitt (Fig. 196) einer völlig reifen Kapsel, wo im Inneren des Basalstückes nach Ausbildung der Stilette ein leerer Raum aufgetreten ist. Finden wir doch auch unter dem Deckel einen derartigen leeren Raum (Vacuum) und sonst überall, wo nach völliger Entziehung der Skleraanlage noch Verdichtungen eingetreten sind. Wäre, wie MURBACH glaubt, der eingestülpte Schlauch mit Flüssigkeit gefüllt, dann allerdings könnte man sich eine Einsaugung des Zwischenstückes nicht vorstellen; aber wir haben nicht den geringsten Anlass zu solcher Annahme.

b) Fadentheil: Auch im eingestülpten Fadentheil muss sich eine vom Plasma ableitbare Substanz befinden, die sich zu den in Wirteln stehenden kleinen Häkchen *(Physophora, Athorybia, Agalmopsis)* des fertigen Fadens umbildet. Sie ist nicht direct nachweisbar, was kaum Wunder nehmen kann, da auch der zarte Verbindungsstrang im Basalstücke, welcher mit dem Protoplasma die Verbindung vermittelt, nur schwierig zu erkennen ist. Ueber die vermuthliche Consistenz dieser Substanz lässt sich aus solcher Zartheit nur folgern, dass sie nicht sehr fest ist. Sonst würden wohl ihre färberischen Affinitäten stärkere sein, ausserdem wäre die Einsaugung unverständlich, da alles in allem der die Einstülpung herbeiführende negative Druck nicht gar zu hoch angesetzt werden darf. Indessen kann die Stilettanlage im Faden auch nicht wohl eine rein flüssige sein, da sie dann in einem Gegensatze zur Stilettanlage im Basalstück stünde. Wir reden daher hier wie dort von einer plasmatischen, d. h. ebenso vom Protoplasma abstammenden Substanz, wie z. B. der Secretstrang; müssen dabei aber immer eine specifische Differenzirung der Stilettanlage, vielleicht eine eigenartige Combination von Gerüst und einer besonderen Interfilarsubstanz im Auge behalten. Hinsichtlich der Einsaugung derselben kommt als nicht unwesentlich in Betracht der Druck, welchen das Protoplasma auf den Aussenschlauch ausübt. Wir mussten ja die spirale Einlagerung des wachsenden Schlauches ins Protoplasma als eine erzwungene beurtheilen; die so entwickelte Spannung kann sehr wohl die Einsaugung von leicht beweglichen Plamatheilen ins Schlauchinnere unterstützen.

Am Innenfaden vollziehen sich die Reifungsvorgänge schneller als am eingestülpten Basalstücke. Zunächst reducirt sich der Durchmesser des Fadens, so stark er schon dem Aussenschlauche gegenüber vermindert war, noch mehr. Die Fig. 165 zeigt ihn gleichmässig rohrartig; im Innern dürfte die zarte Stilettanlage eingebettet sein. Wenn diese sich zu den kleinen Häkchen differenzirt hat (Fig. 189), ist der Schlauch im ganzen dünner, aber regelmässig knotig verdickt. Die sich stark färbenden Knoten entsprechen dem Stilettwirtel, die sehr zarten Verbindungslinien wahrscheinlich allein der hier völlig leeren Schlauchwand. Diese Abschnitte sind zweifellos gegen früher verdünnt; die in ihnen erst vorhandene Stilettanlage dürfte für die Wirtel mit aufgewendet worden sein. Jedenfalls kann von einer im Innenfaden vorhandenen Flüssigkeit (Murbach) absolut nicht die Rede sein.

Während wir bei *Physophora* in den accessorischen Cniden ca. 35 Windungen, sowohl an den Vorreife- als ruhenden Stadien treffen, zeigt *Agalmopsis elegans* deren nur neun (Fig. 188—190). Aber stets sind diese von viel beträchtlicherer Weite an den ausgereiften als an den Stadien unmittelbar nach der Einstülpung. Die Verminderung des Querdurchmessers scheint also durch eine beträchtliche Längsdehnung ausgeglichen zu sein. Doch dürfte die Dehnung auch mit structurellen Veränderungen der Wand selbst zusammenhängen. Fig. 189 gibt ein ziemlich getreues Bild des reifen Innenfadens. Da die Anordnung wegen der Häkchen perspectivisch nicht genügend widerzugeben war, habe ich in Fig. 190 noch ein ergänzendes Bild, ohne Berücksichtigung der Häkchen, dargestellt. Zunächst beschreibt der Faden von der Ansatzstelle am Basalstück aus zwei unregelmässig gelagerte Curven, die dann in neun ziemlich regelmässig geordnete übergehen. Man kann den Faden vom Anfang bis zum Ende direct verfolgen; die letzte Windung zeigt in Fig. 189 den Schlauch immer zarter werdend, wobei die Stiletwirtel dichter gestellt sind. Es entspricht diese Volumenabnahme den Befunden am ausgestülpten Schlauche, wo auch das Endstück dünner und zarter ist. So wenig man es auf den ersten Blick auch glauben möchte, umgreifen doch die Windungen das Basalstück nicht, sondern liegen wie zu Anfang einseitig von ihm. Die Täuschung wird durch die sehr schräge, fast Längsstellung der einzelnen Windungen verursacht, die ausserdem zu beiden Seiten sich gegen die urspünglich ganz fadenfreie Kapselseite vorschieben. Niemals habe ich das Basalstück die Axe einer sie umwindenden Fadenspirale bilden sehen und glaube auch — wenigstens für die Hydrozoen — dass

dies Verhalten bei Vorhandensein langer Schläuche nirgends nachgewiesen werden kann. — In Fig. 188 sehen wir die Anordnung des Innenfadens im wesentlichen mit Fig. 190 übereinstimmen.

Aus den Abbildungen geht ohne weiteres hervor, dass der Innenschlauch länger ist als der Aussenschlauch. Das ist ganz selbstverständlich, denn wenn wir auch eine Verdichtung der Fadenpropria bei der mit der Einstülpung verbundenen Contraction annehmen dürfen, so ist der Gegensatz vom Lumen des Innen- und Aussenfadens doch zu bedeutend, als dass nicht auch eine Längsdehnung in Betracht gezogen werden müsste. Bei der Einstülpung und dann bei der Stiletbildung streckt sich der Faden auf — wir dürfen wohl sagen — fast das Doppelte. Wie ungeheuer lang müsste der Faden erst sein, wenn das an den ältesten Wachsthumsstadien aussen wahrnehmbare Stück nur die Hälfte des wirklich vorhandenen Fadens darstellte, wie Iwanzoff es annimmt, der den Secretstrang als Innenfaden deutet! Das Resultat wäre ein so ungeheuerliches, dass schon darin ein wichtiger Einwand gegen die theilweise intracapsuläre Schlauchbildung zu finden ist.

Wie schon bemerkt, dürfte mit der enormen Streckung des Schlauchs bei der Widerhakenbildung auch eine structurelle Veränderung der Propria eingetreten sein. *Die Wand wird ihre erst nicht unbeträchtliche Elasticität zum Theil verloren haben*, wenigstens glaube ich das aus der Streckung ableiten zu dürfen. Zur nothwendigen Annahme wird es aber aus den Befunden am ausgestülpten Schlauche nach der Entladung (siehe unter III). Diese Befunde beweisen zugleich die Durchlässigkeit der Propria für Wasser, welche Fähigkeit den Wachsthumsstadien sicher abging. Geben wir eine Veränderung zu, dann steht der Annahme einer zweiten keine Schwierigkeit entgegen. Wir nehmen daher an, dass die Propria bei der Stilettausbildung ihre Elasticität stark einbüsst, dafür aber für Wasser durchlässig wird.

c) *Deckelbildung*: Mit der Einsaugung des Schlauches hat die Druckverminderung im Kapselinnern noch nicht ihren Abschluss gefunden. Die Vergrösserung der Stilettanlage im Basalstück beweist eine fortdauernde Einsaugung von plasmatischer Substanz, und auch damit hat es noch nicht sein Bewenden, vielmehr zieht der Strang eine dicke Plasmamasse nach sich, welche die Oeffnung im Skleramantel ausfüllt und zum *Deckel* der Kapsel wird. Die Deckelbildung hat zuerst Iwanzoff richtig beurtheilt, während ich 1894 den Deckel von der Skleraschicht ableitete. Die Verdichtung des Plasmaklumpens, der vielleicht seiner Substanz

nach mit der Stilettanlage identisch ist, schreitet sehr langsam vorwärts. Durch ihn bewahrt das Cnidarium bis zu den Reifestadien seine räumliche Beziehung zum umgebenden Protoplasma (auch am E.-Material, Fig. 184), wenn auch die Propria des Cnidariums längst schon den directen Zusammenhang aufgegeben hat. Die charakteristischen Umrisse des Deckels sind bald angedeutet. Von oben betrachtet erscheint er mehr oder weniger deutlich dreieckig; basal hängt er direct mit der Stilettanlage zusammen, welche Verbindung sich erst nach völliger Reifung der Widerhaken löst (Fig. 205), wenn auch der Verbindungsstrang erhalten bleibt.

Geht die Deckelbildung ihrem Ende entgegen, so markirt sich sehr scharf unter dem Deckel ein vom Verbindungsstrange durchsetzter heller, durch keinerlei Färbemittel sich tingirender Raum (Fig. 195), der im letzteren Verhalten dem Lumen im Basalstücke (Fig. 196) entspricht und als ein Raum verminderten Druckes, als ein nur gashaltiger oder überhaupt leerer Raum, als ein Vacuum zu betrachten ist. Wir finden denselben Raum auch an der fertigen Cnide (Fig. 202 u. a.). Entstanden müssen wir ihn uns denken bei der fortschreitenden Verdichtung des Secretes, was nun keinerlei Substanzeinsaugung in die Kapsel mehr zur Folge haben kann. Solch Vacuum kann sich aber nur unter dem soliden Deckel entwickeln, denn wir wissen bereits, dass die Sklera zu jener Zeit noch nicht erhärtet, wenn auch viel consistenter als an den Wachsthumsstadien ist. An jeder anderen Stelle würde daher die Wandung der Kapsel bei innerer Druckverminderung einschrumpfen.

3. Wanderung und Reife.

a) Wanderung: Die Thatsache der Wanderung haben wir bereits im I. Capitel festgestellt. Wir wissen, dass die in den Basalwülsten der Polypen gebildeten Cniden auf dem Stadium der Vorreife nach den jungen Nesselknöpfen überwandern und diese in gesetzmässiger Weise besiedeln.

Während der Wanderung vollziehen sich keine Aenderungen an den Cniden. Die Skleraschicht bleibt weich, wie sie war, was überhaupt als selbstverständliche Vorbedingung für die Wanderung anzusehen ist. Immerhin muss diese Thatsache befremden, da wir ja bis jetzt eine ununterbrochene hygroskopische Einwirkung des Plasmas auf das Cnidarium und die Skleraschicht feststellen konnten. Diese Einwirkung muss während der Wanderung eine Unterbrechung erfahren, sonst würde die Verfestigung der Skleraschicht bei dem nur gering noch anzuschlagenden Zuflusse aus dem Cnidarium bald

eintreten. So dürfen wir vielleicht sagen, dass der nach der Vorreife zur Geltung kommende Wandertrieb der Cnidocyten die Wasserentziehung zu einem vorläufigen Abschluss bringt. Erst nach Beendigung der Wanderung tritt die hygroskopische Wirkung des Plasmas auf die Kapsel wieder in ihr Recht.

Die meisten Autoren, und darunter auch Iwanzoff halten eine Wanderung der Cnidocyten für ausgeschlossen, weil sie sich die Fortbewegung der letzteren im Epithel nicht vorstellen können. Iwanzoff hält die Menge des noch vorhandenen Protoplasmas zur amöboiden Fortbewegung für zu gering und ausserdem den epithelialen Verband der Deckzellen, zwischen welchen die Cnidoblasten hindurch passiren müssten, für zu dicht, um letzteres zu gestatten. Aber was wissen wir im Grunde über die Bewegungsfähigkeit der Zellen? Unsere Befunde zeigen grosse Formveränderungen an den riesigen Vorreifestadien der accessorischen Cniden von *Agalmopsis elegans* (siehe z. B. Fig. 122); die langgestreckte Kapsel krümmt sich in der mannigfaltigsten Weise; sie vermag sich also dem Widerstande der Deckzellen anzupassen. Dass die letzteren nicht fest aneinanderhaften, sondern auseinander zu weichen vermögen, ergibt sich schon aus dem Aufrücken der Cnidoblasten im Epithel, in der Erwerbung der epithelialen Lagerung, was niemand bestreitet. Welches die Grenzen dieses Ausweichvermögens sind, lässt sich auch am dichtesten Epithel nicht ohne weiters sagen; wie beträchtlich sind oft die Trennungen, welche durch anschwellende Drüsenzellen in einem Verbande haardünner, also aufs engste gestellter Deckzellen (z. B. bei den Anthozoen) hervorgerufen werden. Je dicker und niedriger die Zelle, umso ausgiebiger dürfte sich ein Ausweichen gestalten. Man denke nur der Epithelzellen des Siphonophoren-Stammes, die die erstaunlichsten Formveränderungen — vom abgerundeten Klumpen bis zum schmalen langen Bande — durchmachen (siehe meine Arbeit von 1892). Und wenn schliesslich der reifende Cnidoblast nur noch wenig undifferenzirtes Plasma besitzt, das imstande wäre, amöboide Bewegungen auszuführen, so kann nicht bezweifelt werden, dass durch geeigneten Druck der umgebenden Deckzellen die Fortbewegung unterstützt werden wird. Kurz, da einmal die Thatsache der Wanderung feststeht, so ist auch nicht zu bezweifeln. dass die Cnidoblasten die Fähigkeit besitzen, mit Hilfe der Umgebung sich durch epitheliale Verbände hindurch vorwärts zu bewegen. Die Einzelheiten dieser Bewegungsweise wird die Zukunft uns zweifellos in kurzem lehren. Bis jetzt liess sich bereits das eine feststellen, dass es der Fusspol des Cnidoblasten ist, welcher bei der Wande-

rung stets vorangeht. Hier, wo in vielen Fällen der Kern liegt, ist auch das meiste Protoplasma noch erhalten.

b) Reifung: Die Reifung äussert sich zunächst in einer völligen Verdichtung des Secretes und der Skleraschicht. An Ort und Stelle des Verbrauchs angelangt und nach vollzogener Drehung der Cnide, welche nun den vorderen Pol peripheriewärts wendet, unterliegt die Cnide nochmals der hygroskopischen Einwirkung des Plasmas, die zur völligen Entziehung der Skleraanlage aus dem Cnidarium und des Wassers aus der Skleraschicht führen.

Das Secret ist nun vollkommen homogen, farblos, von lebhaftem Glanze und füllt den Innenraum der Kapsel zwischen Propria und Schlauch völlig aus. Farbstoffe aller Art werden von ihm aufs begierigste aufgenommen; hierdurch erweist es sich aber auch chemisch verändert. Diese Veränderung, die für die Erklärung des Entladungsprocesses (siehe unter III) von grösster Wichtigkeit ist, vollzieht sich sehr rasch im letzten Zeitabschnitt der Reifung, wenn die Skleraanlage ganz aus dem Cnidarium entzogen worden ist. Denn das völlig reife Secret erweist sich eminent quellungsfähig; diese bedeutende Affinität zum Wasser muss aber ein allerletzter Gewinn bei der Reifung sein, da sonst die Abgabe der wässerigen Skleraanlage nach aussen einfach unverständlich bliebe.

Für eine auffallende Veränderung in der chemischen Beschaffenheit des Secretes, als Abschluss der Reife, spricht sehr nachdrücklich auch eine beträchtliche Volumverminderung des Cnidariums (vergl. Fig. 173 und 200), die nicht aus der völligen Entziehung der Skleraanlage allein abgeleitet werden kann.

Die Propria liegt dem Secrete aufs innigste an, wie Cniden beweisen, bei denen durch die Conservirung die Wandung stellenweise vom Inhalte sich abhob (Fig. 200); es handelt sich dabei nur um eine Trennung der Sklera von der Propria, welch letztere an solchen Cniden sehr deutlich als kräftig glänzende doppeltcontourirte Linie zu erkennen ist. Wahrscheinlich hat sie sich bei der Volumverminderung des Secrets, der sie folgt, etwas verdichtet.

Eine bedeutende Veränderung macht die Sklera durch, wie ein Vergleich der Fig. 173 und 200 beweist. Sie gewinnt durch die völlige Wasserentziehung Härte, Elasticität und Form. Das bemerkenswertheste Moment dabei ist wohl die Formgewinnung. Denn die Cnide, die bei der Einstülpung ein Streben nach der Kugelform erkennen liess, dehnt sich jetzt in weitaus den meisten Fällen in die Länge unter gleichzeitiger Verminderung des Querdurchmessers. Dabei krümmt sie sich oft in charakteristi-

scher Weise, was besonders für die Cniden der Nesselknöpfe gilt. Sie bildet eine kräftige, aber nun doch viel schmächtigere stark glänzende, vollkommen glatte Hülle um das homogene Secret und den je nach der Reagentienwirkung verschieden deutlichen Schlauch, so dass die Cnide an scharfer Prägnanz der Form wunderbar gewinnt. Aber so eng die Formgewinnung an die Reife der Sklera gebunden ist, so darf man doch nicht sagen, dass letztere die Ursache für die Formbildung der Cnide sei. Denn für die oft übermässige Streckung der Kapsel *(Abyla, Rosacea)* oder für die Beibehaltung der kugelähnlichen Form *(Physalia, Apolemia* u. a.) dürften sich aus der bei den verschiedenen Siphonophoren jedenfalls identischen — oder fast identischen — Beschaffenheit der Sklera kaum mechanisch wirksame Ursachen ableiten lassen; vielmehr ist zweifellos in allen Fällen die Form der Cnide das Product einer bestimmten Veranlagung der Cnidoblasten. Im Protoplasma haben wir, in so geringer Menge es auch an der reifenden Cnide vorhanden ist, wie die Ursache der Einstülpung und Wanderung, so auch der Formgewinnung zu suchen. Es ist schwer, darüber Bestimmtes auszusagen, denn die Beeinflussung der Cnide durch das Plasma ist selbstverständlich mikroskopisch nicht festzustellen. Aber der Punkt ist zu interessant in Hinsicht auf die Auffassung der vitalen Vorgänge im Protoplasma, dass ich mir nicht versagen kann, mit kurzen Worten darauf einzugehen.

Das Protoplasma der Nesselzelle ist zu den verschiedenartigsten Thätigkeiten befähigt, die anscheinend auf chemisch-physikalischem Wege nicht erklärt werden können. Man wird vielleicht die hier analysirte Art der Secretverdichtung in der sich entwickelnden Kapsel schärfer beurtheilen lernen; warum aber die Wasserentziehung von einem Wandervorgang abgelöst wird, um dann wieder in Kraft zu treten, dafür chemische Ursachen im Protoplasma ausfindig zu machen, dürfte vielleicht überhaupt nicht gelingen. Bewegung des Protoplasmas und chemische Wirkung desselben sind zwar beiderseits auf moleculare Vorgänge zurückzuführen, ebenso wie das Wachsthum der Zelle und die Secretbildung; aber eben weil alle Lebenserscheinungen nicht aus den Wirkungen grösserer Plasmamassen, sondern nur aus denen der elementaren Bausteine des Plasmas abzuleiten sind, so wird man sie kaum genauer bestimmen können. Jeder Vorgang im Plasma zerstört Theile desselben und baut andere dafür auf; das ist ja der Kreislauf der Substanz im Lebenden, den ich bereits 1891 als das Charakteristicum der Organismen hinstellte. Leben ist eine Summe bestimmt gerichteter Bewegungserscheinungen, die Veränderungen der Umgebung zum Ziele haben, wodurch sie selbst

aufs neue hervorgerufen werden. Solche Bewegungsmöglichkeit ist nur im Protoplasma zu finden. Während die Erneuerung des gleichen Vermögens — die sich zugleich als Erneuerung der Substanz (Assimilation) darstellt — als die Hauptleistung gedeutet werden muss, ergeben sich als Nebenleistungen, die an specifische Eigenthümlichkeiten der Plasmen gebunden sind, Locomotion und Abscheidung.

In jedem Plasma sind diese Fähigkeiten differente, weil sie auf specifischen Structuren, die nur hier und nicht auch anderswo in gleicher Verkettung gefunden werden, beruhen. Wie treten aber die specifischen Veranlagungen in Wirksamkeit? Durch Auslösungen, die in uns zwar völlig unbekannter, aber doch streng gesetzmässiger Weise aus bestimmten Zuständen der Plasmatheilchen sich ableiten. Haben die einen Vorgänge ein gewisses Maass erreicht, so können sie dadurch Anlass zum Beginn neuer ganz verschieden gerichteter Vorgänge werden — so müssen wir uns die Einleitung der Wanderperiode vorstellen. Einflüsse von aussen, seien sie mechanischer oder chemischer Natur, lösen gleicherweise bestimmte Thätigkeiten aus — so werden sie die Wanderung zum Abschluss bringen und dafür die hygroskopische Wirkung im Plasma der Cnidocyte wieder anregen, bis diese ihren Abschluss in der völligen Wasserentziehung aus der Sklera findet. Nie und nirgends aber werden wir zur Aufklärung eines Vorgangs wesentlich andere Kräfte heranziehen müssen, als sie auch in der anorganischen Natur wirksam sind. Im Organismus wirkt keine besondere sogenannte vitale Kraft, wie sie jetzt wieder von manchen Autoren angenommen wird; nur sind die Vorgänge im Plasma, weil sie sich an dessen so schwer zu untersuchenden Bausteinen abspielen, für uns zunächst oder überhaupt unerklärbar.

Auch am Schlauche machen sich Reifungsvorgänge bemerkbar, indem alle Structuren schärfer sich abgrenzen und verfestigen. Dies gilt vor allem für die Widerhaken des Basalstückes, während die des Fadens, wie wir sahen, schon vor der Wanderung deutlich gesondert sind. Die grossen Stilette entstehen wie jene aus dem eingelagerten plasmatischen Strange im Basalstücke und verankern sich auf den zuerst angelegten drei Spiralbändern, deren Querrunzelung eine äusserst regelmässige im distalen Theile des Basalstückes wird.

Als wichtig sei hier nochmals bemerkt, dass die Stiletträger, nicht identisch sind mit den drei Spiralleisten der Propria. Sie entstehen unabhängig von einander, wenngleich sie sich später aneinanderlegen und verkleben. Die späteren Beziehungen der Propria zu den Stiletten documentiren sich z. B. an den Fig. 200, 201, wo wir zwischen beiden am proximalen Theile plasmatische Reste er-

kennen. Diesem Befunde gemäss erweisen sich die betreffenden Cniden übrigens als noch nicht völlig ausgereift, wenngleich sie bereits zur Entladung befähigt sind.

Der Verbindungsstrang zum Deckel scheint sich dauernd zu erhalten. Geeignete Methoden machen ihn auch an reifen Cniden sichtbar; seine Bedeutung dürfte darin liegen, dass er den Boden des Vacuums bildet. Unter diesem verbreitert er sich stempelartig und seine freie zarte Randpartie legt sich in den dreikantigen Querschnitt der Propria, deren Seitenflächen erst weiter abwärts zur directen Berührung kommen. Man lernt diese schwierig zu beurtheilenden Structuren genauer an geborstenen Cniden kennen, wo, wie Fig. 204, 205, 206 lehren, die Flächen der Propria auseinander gewichen sind und nun einen leeren Raum, gleich dem Vacuum selbst, umschliessen. Besonders instructiv ist Fig. 204, wo nur eine Fläche sich vom Verbindungsstrange abgehoben hat. Dieses Factum ergibt sich aus den Lagebeziehungen des Secretes zu den Flächen der Basalstückwandung. Hier sieht man die eingesunkene rechte und linke Fläche durch Linien in Benachbarung des Stranges eingezeichnet. Gegen die abgehobene Fläche zu fehlt die Einsenkungslinie, hier klafft ein weiter Spalt, oder besser: die Propria ist hier wie bei der Ausstülpung ausgeweitet — wenn auch durch andere Ursachen.

Mit der Anschmiegung der Propria an das Vacuum und den Verbindungsstrang haben gewiss auch die zarten Linien zu thun, die wir in Fig. 205 im Umkreis des letzteren sehen. Die theilweise Zerstörung des Zusammenhangs bringt Contouren zum Vorschein, die an der unversehrten Cnide nicht wahrnehmbar sind, die in der dichten Aneinanderpressung, wie sie sich aus dem negativen Druck im Schlauchinnern nach der Einstülpung und bei Verbrauch des Plasmastranges ergibt, ihre Ursache finden. Jedenfalls erklärt sich aus ihrer Anwesenheit die scharfe Abgrenzung des Vacuums, das aus einer gleichmässig breiten Lücke im Umkreis des Deckelzapfens sich zu einem Ring, mit drei stark vorspringenden Erweiterungen, die in die Kanten der Propria eingelagert sind, differenzirt hat. — Der scharfen Sculptur an der Propria entspricht wieder eine gleiche am Deckel, die durch die erstere veranlasst ist. Die Verdickungsleisten legen sich unter scharfer Einknickung (siehe vor allem Fig. 236, 245) als kräftige Doppellinien dem Deckel an, der ihnen entsprechend wulstartige Erhebungen (oder parallelläufige Einsenkungen?) entwickelt, wodurch er gleichsam wie in Gleitflächen leicht eingefestigt ist. Am freien Rande weichen diese Doppellinien etwas auseinander (z. B. Fig. 209)

und biegen über in die Kapselpropria, wo sie sofort verstreichen (Fig. 210—212).

Noch möchte ich zum Schlusse auf Fig. 206 hinweisen, die den vorderen Theil einer seitlich verletzten Kapsel darstellt. Das aufgelockerte körnige Secret (über die Auflockerung siehe Näheres bei Entladung) ist deutlich radiär zur Längsaxe der Kapsel angeordnet; es erscheint hiedurch die bereits bei „Vorreife“ gemachte Beobachtung einer radiären Anordnnng der feinen Secretkörner bestätigt.

III. Entladung.

1. Fertiger Zustand.

a) Bau der Cnide: Die Cniden stellen eins der bewunderungswürdigsten mikroskopischen Werkzeuge dar, deren Thiere sich zum Schutz und zum Angriff bedienen. Wir haben gesehen, eine wie complicirte Entwicklung sie durchmachen, die in gleichmässigem Fortschreiten auf den Zeitpunkt, da sie in Benützung treten, hinführt. Diese Benützung ist eine momentane. Ist aber die Entladung erfolgt, so wird die Cnide, weil nunmehr unbenutzbar, vom Organismus ausgestossen. Mit ihr zugleich geht aber auch die Bildnerin, der Cnidoblast, zngrunde, und es bedarf der Differenzirung neuer Zellen, um den Verlust zu decken. Die Verwendung der Cniden bedeutet demnach einen beispiellosen Aufwand, der weit über das hinausgeht, was der Organismus z. B. in Drüsenzellen ausgibt. Denkt man nun gar an die massenhaften Anhäufungen von Cniden in einem Nesselknopfe, die insgesammt bei einer einmaligen Entladung vernichtet werden und deren Verbrauch auch die Zerstörung eines grossen, kunstvoll gebauten elastischen Apparates, von Musculatur, Drüsenzellen und verschiedenen Epithelien zur Folge hat — und nicht allein dies, sondern es gehen meist mit einem entladenen Knopf auch noch unentladene zugrunde, da sie der Polyp mit der Beute verschlingt und verdaut —; so kann man wohl sagen, dass eine grössere Verschwendung kaum in der Natur wieder angetroffen werden dürfte. Man rede nur nicht immer von Sparsamkeit im Haushalte der Natur. Sparsam ist die Natur nur in Hinsicht auf die Wahl der Mittel, da sie stets in zweckmässigster Weise das gebotene Material ausnützt und wir in jedem ausgebildeten Werkzeug die möglichst vollkommene Erreichung einer bestimmten Absicht bewundern müssen. Aber in Hinsicht auf den Verbrauch der Mittel finden wir eine so luxuriöse Verschwendung, dass wir darob staunen müssen. Denn dass Nesselknöpfe für die

Erhaltung der Siphonophoren nicht unbedingt nöthig sind, erweisen uns solche Formen, die keine Nesselknöpfe besitzen, wie z. B. die Cystonecten und Chondrophoren, von denen gerade die ersteren die riesigsten aller Siphonophoren liefern, während die letzteren die häufigsten sind.

Wie einfach sind aber — in Hinsicht auf den äusserlich complicirten Weg, den die Entwicklung der Cniden durchläuft — die Mittel, mit welchen das bewunderungswürdige Ende erreicht wird! Betrachten wir, bevor wir zur Beurtheilung des Entladungsprocesses übergehen, noch übersichtlich den Cnidenbau und den Gang seiner Herausbildung. Da ist in erster Linie das Secret zu berücksichtigen. Das Secret, welches wir in der reifen Cnide treffen, ist nicht völlig gleich dem Inhalte der wachsenden Cnide. In dieser fanden wir zunächst überhaupt kein Nesselsecret, sondern nur eine zweifellos wasserhältige Substanz, von der wir die Sklera ableiten müssen (siehe unten). Das Secret wächst in diese Flüssigkeit als ein solider, ziemlich dichter, vom Plasma ableitbarer Strang ein, der nach und nach sich in eine gleichmässige Körnelung auflöst, welche die Kapsel ausfüllt. Aus dieser morphologischen Aenderung dürfen wir auch auf eine chemische schliessen, eine Annahme, zu der uns vor allem auch der Entladungsbefund zwingt, der uns als Ursache die Aufquellung der Secretkörner, also ihre eminent starke Hygroskopicität lehrt. Diese kann sich erst am Schlusse der Reifeperiode entwickeln, da sonst die Entziehung der wasserhältigen Skleraanlage aus dem Cnidarium unverständlich bliebe. Somit muss das Secret sehr wesentliche chemische Umänderungen durchmachen, die bis zur Reifephase gleichen Schritt halten dürften mit der Entziehung der Skleraanlage, dann aber in plötzlich beschleunigtem Tempo verlaufen. Die Volumverminderung und intensive Färbbarkeit des Inhalts der reifen Cnide ergeben sich nicht allein aus der innigsten Aneinanderpressung der individuellen Secretkörnchen. Gewahrt bleiben sie nur durch einen vollkommen wasserdichten Abschluss der Kapsel. Das eingeschlossene Secret mit seinen starken Affinitäten gleicht dann einem beutegierigen, auf der Lauer liegenden Raubthier, das nur des Anstosses bedarf, um blitzschnell seine Kräfte zu entfalten und aus dem Hinterhalte hervorzubrechen. In einem gewaltigen Durst nach Wasser — um mich bildlich auszudrücken — liegt die einzige Ursache der Kapselentladung, worauf wir später einzugehen haben.

Um das Secret zu sammeln, zusammenzuhalten und schliesslich passend zu verwenden, bedarf es einer Hüllbildung, deren Function sich zum grössten Theil in ihren einfachen Lagebeziehungen zum

Secrete erschöpft. Diese Hülle ist die Propria. Sie ist der Secretbehälter; zunächst ganz ausschliesslich, später ausserdem noch der Träger von stilettartigen Anhängen, zu welchem Zwecke sie jedoch an den bewaffneten Stellen eine Verdichtung erfährt. Die Propria bildet während des Wachsthums ein abgeschlossenes Gefäss, das zwei Abschnitte aufweist: den Kapselraum und den Schlauch. Beide, wenngleich während des Wachsthums mit Secretinhalt, haben verschiedene Bestimmungen, die sich auch von allem Anfang an in ihrem physikalischen Verhalten documentiren. Die Kapselpropria ist durchlässig für die Skleraanlage, die Schlauchpropria nicht. Beide entstehen von gesonderten Punkten, die nur im Beginn der Schlauchbildung zusammenfallen. Die Kapselpropria ändert ihre Lage nie und ist immer im ganzen durchaus gleichartig, die Schlauchpropria hingegen wird zweimal umgekrempelt und erfährt bei und nach der ersten Umstülpung durch Anlagerung von eingezogener plasmatischer Substanz eine theilweise Verfestigung, indem sich drei spiral laufende Verdickungsstreifen in ihr entwickeln, an welchen die erwähnte Bewaffnung, die aus hintereinander gestellten Stiletten von verschiedener Grösse besteht, inserirt.

Die Entwicklung der Schlauchpropria ist eine sehr interessante. Wie die Kapselpropria entsteht sie jedenfalls durch Verklebung von Protoplasmafasern, doch ist, wie wir sahen, diese Verklebung hier inniger als an der Kapsel. Ihr distales Ende steht direct im Zusammenhang mit dem inneren Secretstrang. Sobald ihr Wachsthum und demnach auch das des gleichzeitig entstehenden Stranges abgeschlossen ist, muss ihr distales Ende, weil einem Zuge vom Secretstrang folgend, eingestülpt werden. Der Secretstrang sinkt allmählich in die Kapsel ein, durch den in dieser herrschenden negativen Druck, wie ihn die Entziehung der Skleraanlage aus der Kapsel (siehe unten) ergibt, eingesogen. Ihm folgt die Schlauchpropria als Innenrohr. Eine Reibung des Innenrohrs am Aussenrohr wird vermieden durch zweierlei Momente. Erstens ist das Innenrohr von weit geringerem Durchmesser als das Aussenrohr; die Schlauchwand erweist sich elastischer Natur und contrahirt sich bei der Entziehung des Inhaltes. Zweitens ist eine directe Berührung beider Rohre durch die Anwesenheit der Skleraanlage, einer dünnflüssigen Substanz, die sich zwischen beiden befindet, verhindert oder wenigstens ihres die Einstülpung störenden Einflusses beraubt.

Das Innenrohr gelangt nicht völlig leer in die Kapsel, vielmehr zieht es aus dem umgebenden Protoplasma Substanz mit sich, die in

der Kapsel zur Ausbildung der Stilette Verwendung findet. Da eine Einsaugung fester Gerüsttheile aus dem Protoplasma mit dem Phänomen der Einstülpung nicht gut vereinbar ist, weil eher ein Collabiren der Schlauchwand zu erwarten stünde, so muss die Stilettanlage flüssiger, mindestens festflüssiger Natur sein, und wir haben uns die Stilettbildung als einen Erhärtungs- oder Verdichtungsprocess unter Entziehung von Flüssigkeit (Wasser?) vorzustellen. Wie diese Entziehung stattfindet, ist schwer zu sagen. Sie könnte durch die Schlauchpropria und zwischen den Secretkörnern hindurch erfolgen, so dass die Flüssigkeit aus dem eingestülpten Schlauche sich der Skleraanlage zugesellen würde. Denn die Verdichtung der Sklera geht der Stilettbildung nicht voraus, vielmehr sind die Widerhaken des Fadens schon auf dem Vorreifestadium fast ganz fertig ausgebildet. Wir müssten dann aber annehmen, dass die Schlauchpropria, die ausserhalb der Kapsel, am Aussenschlauche für die Skleraanlage undurchlässig war, bei der Ausbildung der Widerhaken durchlässig wurde. Zu dieser Annahme nöthigen uns aber sehr bestimmt auch die Befunde beim Entladungsprocess (siehe unten). Es könnte zweitens aber die Wasserentziehung längs der Stilettanlage selbst erfolgen, wofür sprechen würde, dass die Stilette des Basalstückes zuletzt erhärten. Eine directe Verbindung ist ja durch den Deckel gegeben, der gleichen Ursprungs mit der Stilettanlage ist; als hygroskopisches Medium würde das am Deckel anhaftende Plasma wirken. Vielleicht laufen beide Vorgänge nebeneinander her.

Als Abschluss der Einstülpung tritt an der Basis des Deckels das Vacuum auf, zunächst als schmaler Spalt zwischen dem Deckel und dem oberen Ende der Stilettanlage, die mit dem Deckel nur eine schmale Verbindung aufweist, während sie seitlich den dreiflügeligen Querschnitt der Wand des Basalstückes ausfüllt. Während des Abschlusses der Secretreife dauert der negative Druck noch an, und da durch die von Anfang an solidere Beschaffenheit des Deckels und die schon beträchtliche Festigkeit der Sklera eine weitere Einsaugung von Substanz in die Kapsel und eine Schrumpfung derselben ausgeschlossen ist, so muss sich in der Kapsel ein leerer Raum bilden, dessen Lage unter dem Deckel sich aus der weichen Beschaffenheit der Stilettanlage von selbst ergibt. Die Bedeutung dieses Vacuums wird uns später klar werden. Es nimmt während der fortschreitenden Erhärtung aller inneren Theile des Schlauches seine prägnante Form an und dient wohl in erster Linie fortan dazu, den Deckel, dessen Beziehungen zum Stilettstrang

immer losere werden, im Kapselmunde zu fixiren; wenigstens lassen sich andere Momente für die immerhin feste Einfügung des Deckels nicht ausfindig machen. Denn die Einfalzung wulstartiger Vorsprünge in sehr regelmässig gestellte Furchen der Schlauchpropria, wie sie an der Uebergangsstelle zur Kapselpropria so deutlich hervortreten, dient jedenfalls mehr zur Regelung und Begünstigung der Deckelablösung als zur Einfestigung. Dass aber eine Ansaugung des Deckels vor allem an der reifen Cnide nothwendig ist, ergibt sich schon aus der elastischen Beschaffenheit der Sklera, die ohne Zweifel einen, wenn auch mässigen Druck auf den Deckel ausübt.

Die Entwicklung der Sklera ist die Triebfeder in der Ontogenese der Cniden. Die Sklera ist ein intracnidäres Product, das aber durch die hygroskopische Wirkung des Protoplasmas dem Cnidarium entzogen wird, wodurch im Kapselinnern der zur Einsaugung von Schlauchwand und dessen Secretinhalt nöthige negative Druck entsteht. Mit Ausnahme der Wanderperiode geht dieser Entziehungsprocess continuirlich und gleichmässig bis zur Entfernung sämmtlichen Wassers aus der Kapsel vor sich. Dieser chemische Vorgang ist in besonderer Weise complicirt. Vom Protoplasma aufgenommen wird nur das in der Kapsel befindliche Wasser; mit diesem gelangt aber auch die eigentliche Sklerasubstanz nach aussen, die in der Kapsel in starker wässeriger Verdünnung vorliegt. Das Protoplasma hat nicht das Vermögen, das Wasser von der Sklerasubstanz abzuspalten, solange es nicht in directe Berührung zu ihm tritt. Wäre nicht eine extracapsuläre Anlage der Sklera den Befunden gemäss aufs höchste unwahrscheinlich, so würde man vielleicht der hier gegebenen Analyse der Sklerabildung wenig Beifall zollen, da sie kaum durch viele ähnliche Beispiele gestützt werden dürfte. Wenn wir aber bedenken, dass dem Protoplasma auf unbekannten Reiz hin die Fähigkeit zusteht, den hygroskopischen Process ganz einzustellen und dafür locomotorische Vorgänge einzuleiten, so werden wir dieser scheinbaren Willkür gegenüber gern ein: „Ignoramus“ sprechen. Jedenfalls war es mir bei eingehendem Studium der Verhältnisse nicht möglich, eine einfachere Deutung zu gewinnen.

Je mehr Sklerasubstanz ausserhalb des Cnidariums, desto resistenter und glänzender die Skleraschicht. Die eigentliche Verfestigung tritt aber erst dann ein, wenn sämmtliche Skleraanlage ausserhalb des Cnidariums sich befindet. Dann verdünnt sich die äussere Wand, wird sehr hart und dabei doch elastisch, wofür der Vergleich

ruhender und entladener Cniden spricht. An letzteren ist die Sklera stets dicker als an ersteren und in wohl den meisten Fällen — wenigstens bei Hydroiden — ist die Kapsel nach der Entleerung kleiner als vorher (man vergleiche Fig. 212 mit Fig. 201). Die Sklera ist also nach der Verfestigung kräftig angespannt; ein Moment, das sicher bei der Entladung mitspielt. Aber es unterliegt auch keinem Zweifel, dass die Elasticität der Sklera unmöglich die Ursache der Entladung allein sein kann, da sie zu diesem Behufe sich viel zu unbedeutend erweist. Sie ist nur ein unterstützender Factor für die möglichste Beschleunigung des Vorganges (siehe unten).

Die Cnide selbst liefert uns also, nachdem wir so die einzelnen Bestandtheile durchgenommen haben, keine Anhaltspunkte, aus denen uns die Entladung verständlich würde. Das in der Kapsel auf Befriedigung seiner Affinitäten lauernde Secret steht in keiner directen Verbindung mit der Aussenwelt, von der es doch das Quellungswasser beziehen muss, und in der Hülle, die es birgt, liegen auch nicht die Fähigkeiten zur Herstellung einer Verbindung. Denn die Elasticität der Sklera, welche eine Ausstossung des Deckels herbeiführen könnte, wird reichlich aufgehoben durch die Wirksamkeit des Vacuums, das den Deckel fest in die Kapsel eingepresst hält. Daraus folgt, dass die Ursache, welche eine Berührung des Secretes mit der Aussenwelt herbeiführt (als welche wir uns das das Epithel umspülende Wasser vorzustellen haben), ausserhalb der Cnide gelegen sein muss, und es erübrigt uns nun noch, im einhüllenden Protoplasma nach Structuren zu suchen, die für den Mangel an der Cnide Ersatz bieten können. Vorher sei aber noch auf die Befunde an anderen Cniden hingewiesen, die uns lehren, dass in allen wesentlichen Punkten grösste Uebereinstimmung herrscht. Ich verweise auf Fig. 189, welche die reifende accessorische Cnide von *Agalmopsis elegans* darstellt, ferner auf die Fig. 214—217 der säbelförmigen Cniden von *Physophora,* auf die der grossen ellipsoiden Cniden von *Ag. elegans, rubra, Forskalia* und von *Athorybia.* Alle stimmen im Besitz von Sklera, Propria, Secret, Deckel und Vacuum überein; auch Widerhaken sind allgemein vertreten, sie fehlen z. B. im Basalstück der säbelförmigen Kapseln. In diesem konnte ich ferner nur 2 Spiralstreifen mit Sicherheit erkennen, doch dürfte einer derselben eine Vereinigung von 2 repräsentiren, wie sich aus der Einfügung des Deckels schliessen lässt. Weitere Differenzen entstehen durch Verkürzung oder völligen Mangel des Basalstücks,

was besonders für Hydropolyen gilt; aber alle diese Unterschiede sind ohne irgend welche Bedeutung in Hinsicht auf die Principien der Entwicklung und Verwendung der Cniden.

b) Konischer Aufsatz: Allen Cniden sitzt am Oeffnungspol ein eigenthümlicher Apparat auf, den wir zunächst indifferent, seiner Form wegen, als konischen Aufsatz bezeichnen wollen. Im einfachsten Falle bildet er einen schiefen Kegel, dessen Basis die obere Kapselfläche (Deckel und Sklerasaum) darstellt und dessen Spitze über dem Rand des Deckels liegt (Fig. 235 z. B.). So trifft man ihn an allen lebenden Cnidoblasten, die nicht zu Verbänden vereinigt sind, also z. B. an den verstreut stehenden Cniden der Polypen, Taster, Glocken und Deckstücke. Dieser so unansehnliche Conus besitzt eine complicirte Structur, von der bis jetzt wenig bekannt war. Er ist zunächst Träger des Cnidocils, des reizempfänglichen Apparats, der bei fast sämmtlichen Cnidocyten festgestellt wurde. Man kannte das Cnidocil als einen plasmatischen Stift von verschiedener Länge und Form, der, wie ich bei *Hydra* fand, aus einer Röhre hervorragt, die seitwärts am Kapselende im Protoplasma festhaftet. Röhre und Cnidocil bilden die steile Seite des Conus, der hohl und an seiner Spitze abgestutzt ist. Grenacher macht 1895 als erster weitere Angaben über diesen Conus. Er fand zur Seite des Cnidocils die „Schlotwandung“ zart längsgestreift; später gelang es ihm, die Längsstreifung im ganzen Umkreis des Schlotes (Conus) nachzuweisen. Sie erstreckt sich vom freien Schlotrand bis ein wenig unterhalb des Deckels, wo sie spurlos verschwindet. Grenacher hält diese Streifung als den Ausdruck einer „äusserst feinen Fältelung, deren Sitz die Schlotwand ist“. „Freilich“ — sagt er — „ist völlige Gewissheit zur Zeit unmöglich.“

Was Grenacher bei Hydra nur mit stärkster Immersion wahrnahm, ist bei den grossen Siphonophorencniden schon mit schwachen Objectiven zu erkennen. Der Anblick der Streifung, die ich bei meinem Aufenthalt in Messina zum erstenmal sah, ist ein sehr zierlicher. Die ganze Conuswand zeigt von der Basis zur Kuppe laufend Längslinien, je nach der Einstellung glänzend oder dunkel, die ein wenig schräg aufsteigen — gegen rechts sich wendend — und dabei an Deutlichkeit allmählich verlieren, während sie im Umkreis des Deckels ziemlich unvermittelt enden. Nur an der Cnidocilseite sind sie etwas weiter abwärts an der Sklera zu verfolgen und verstreichen hier auch weniger plötzlich (Fig. 226). Dieser längsstreifige Conus sitzt an der Sklera fest.

Er wird bis zu verschiedener Höhe vom undifferenzirten Plasma eingehüllt, bildet also nicht eine directe Fortsetzung der dünnen Hülle, welche die Kapsel umgibt und die oft an deren Berührungsfläche membranartig verdichtet ist. Daher kommt es auch, dass er an isolirten Cniden, die aus der Zelle herausgelöst sind, anhaftet, wie z. B. Fig. 219 es zeigt. Bei Essigsäurezusatz erhält man solche Bilder oft. Die Streifung endet unten an der Verwachsungslinie des Conus mit der Sklera, und zwar derart scharf, dass man angeheftete Fäden in den Streifen glaubt erkennen zu müssen.

Lange Zeit deutete ich deshalb auch die Streifen als selbstständige Fasern, die musculösen Charakters sein dürften. Als Fasern erscheinen sie auch besonders an zerstörten Kegeln (Fig. 232) und erinnern dann an die feinen Fäserchen, in welche sich gelegentlich die elastischen Gitterfasern auflösen, die den Zusammenhalt der Cniden in den Nesselknöpfen bewirken (siehe meine Arbeit von 1899). Trotz dieser Aehnlichkeit hielt ich sie für contractil, in dem Bestreben, aus ihrer Anwesenheit eine Erkenntniss der Entladungsursache zu gewinnen. Den Untersuchern von Nesselkapseln ist es gewissermassen zum Evangelium geworden, dass die Entladung durch Muskelthätigkeit herbeigeführt werden muss, und ich selbst habe ja früher (90, 92, 94) solche Anschauungen vertreten. Bald sollten die Muskeln im Stiel der Cnidocyten (der nicht selten beobachtet wird), bald in der dünnen Plasmahülle (Muskelmembran: ICH [1890]) zu finden sein; so verlegte ich sie denn selbstverständlich zum Schluss, da unten und seitwärts nichts Musculöses mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte (die Stielbildungen sind jedenfalls elastischer Natur), nach oben, an die Kapselmündung, und dachte sie mir derart thätig, dass sie durch Contraction den Deckel abreissen und so dem Wasser Zutritt zum Secret gewähren sollten. Die Cnidocilröhre, die bei den Knopfcniden als Angriffspunkt der Gitterfasern dient, dachte ich mir dabei als Stützpunkt für die zum Deckelrand ziehenden Fasern, deren Wirksamkeit nun als eine äusserst einfache und der ganze Process als ein sehr anschaulicher erschien. — Wie sehr ich in dieser ersten Annahme fehlgriff, wird sogleich und unter: Entladung erörtert werden.

Wie GRENACHER richtig annahm, ist die Streifung Ausdruck einer Längsfältelung der Conuswand, die am stärksten in unmittelbarer Umgebung der Kapselmündung ausgebildet ist. Aus den Beleuchtungsbefunden, aus der Art, wie die Streifung undeutlich wird, aus der Begrenzung von Rissflächen, die senkrecht zur Streifung

stehen, lässt sich das mit Sicherheit ermitteln. Direct erkennbar ist es (Fig. 209) an den grossen accessorischen Cniden von *Physophora* (siehe weiter unten). Je schmäler der Conus, desto flacher die Falten, deren man im Deckelumfang circa 24 zählt, bis sie ganz verschwinden; übrigens sind sie, wie es scheint, aus physiologischen Ursachen nicht immer gleich scharf ausgeprägt. Auch wirken in dieser Hinsicht die Reagentien verschieden, so ist das lebende Object, sowie Formolmaterial zum Studium am geeignetsten. Neben dem Cnidocil ist die Streifung meist am deutlichsten; hier legt sie sich aber nicht unmittelbar an den Mündungsrand, sondern umgeht das Cuidocil, das also innerhalb der Membran liegt, und tritt erst etwas tiefer mit der Sklera in Verbindung. Dieser Befund ist von einiger Wichtigkeit, wie sich später zeigen wird. Trotz dieser Umgehung des Cnidocils liegt dies doch nicht frei im Conusraum, vielmehr schiebt sich hier eine Art Septum gegen das Innere vor, welches die innere Fläche der Cnidocilröhre bildet. Dieses Septum ist oft kaum zu erkennen, manchmal wieder sehr deutlich, so z. B. in Fig. 236, 245 oder bei den säbelförmigen Cniden (Fig. 232), wo es unten über dem Mündungsrand scharf endet. Eine Längsfältelung konnte ich nie in ihm entdecken. Mit dem Deckel tritt es in keine Verbindung; überhaupt ergaben die Befunde immer — was besonders bei den säbelförmigen Cniden sehr deutlich war —, dass das Septum unten eine Oeffnung zum Conusraum freilässt und nur seitlich an die Conuswand sich anheftet.

Der Conusraum gleicht einem umgekehrten schiefen Trichter, der sich in wechselnder Weite nach aussen öffnet. Dieser Wechsel in der Oeffnungsweite ist ein höchst interessantes Moment. Wie die Figuren 236, 245 u. a. lehren, ist die Communication nach aussen bald völlig geschlossen (Fig. 241), bald sehr deutlich (Fig. 244). Je enger der Schlot, desto deutlicher die Streifung (Fig. 235). Der Cnidoblast hat demnach das Vermögen, die Conuswand zu contrahiren, wobei die Fältelung stärker hervortritt, und zu erweitern, wo das Umgekehrte der Fall ist. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man das Cnidocil als auslösenden Apparat für diese verschiedenen Spannungen in der Membran ansieht.

In Verbindung mit der gefältelten Conuswand treten solide kräftige Structuren bei den Cniden der Nesselknöpfe auf, die verschiedenen Zwecken dienen. Unwichtig für uns sind die eigenthümlichen Helme und Gitterfasern, die ICH (1899) ausführlich beschrieben habe. Erstere sind Verdickungen der Cnidocilröhre, letztere heften sich daran an. Von Bedeutung dagegen ist die Aus-

bildung einer soliden Platte bei den accessorischen Cniden von *Physophora* (und wohl auch bei anderen Cniden), die den Deckel bis auf eine kleine schlitzartige Lücke überspannt (Fig. 208, 209). Wir haben sie uns als eine Differenzirung auf der Innenseite der schrägen Conusfläche vorzustellen, die dadurch in ihrem Verlaufe eingeknickt wird. Denn die Längsfalten laufen vom Mündungsrand aus auf dieser Platte entlang, bis etwa zu $^2/_3$ von deren Länge, wagrecht auf die Cnidocilseite zu, dann biegt die Membran scharf um und steigt als hoher Conus, der sich nur sehr wenig noch verjüngt, empor. Gerade an diesen Cniden ist die Natur der Streifung, als Fältelung, aufs deutlichste zu erkennen, wie Fig. 209 lehrt; die gleiche Figur zeigt auch schräg von oben gesehen die Oeffnung (Deckplattenschlitz), welche zwischen dem freien Rande der Deckplatte und dem Mündungsrand der Sklera an der Cnidocilseite bleibt. Welches die Bedeutung dieser Deckplatte ist, kann erst später eingehender erörtert werden.

Das Cnidocil ist ein dicker Stift (grosse ellipsoide Cniden u. a. von *Agalmopsis, Athorybia, Physophora, Forskalia* u. a.) mit abgestutztem freien Ende, das etwas aus der Cnidocilröhre herausragt und von weicher, zerfliesslicher Beschaffenheit (siehe Fig. 241) ist. Sein proximales Ende ist in der Röhre nicht scharf wahrzunehmen; jedenfalls steht es in Beziehung zur gefältelten Membran, mit der es ja auch gleichen Ursprungs — als Differenzirung des apicalen Protoplasmas der Cnidocyte — ist. Man leitet es gemeinhin von der Wimperung ab, die die ectodermalen Epithelien im allgemeinen überzieht. Besonders Iwanzoff ist dieser Ansicht und findet das Cnidocil sogar auch in manchen Fällen als Wimperbüschel ausgebildet. Doch lehrt ein Blick auf die Iwanzoff'schen Fig. 20 und 28 auf Taf. 5, dass hier die Streifung des konischen Aufsatzes als Wimperung gedeutet wurde. Mir scheint die Ableitung wenig berechtigt. Denn es finden sich neben dem Cnidocil, z. B. bei den grossen Tastercniden von *Agalmopsis elegans* auf dem den Conus umgebenden superficiell gelegenen Plasma der Cnidocyte echte Wimpern, die völlig den auf den Deckzellen stehenden gleichen und sich himmelweit vom Cnidocil unterscheiden. Man vergleiche z. B. Fig. 218, das einen optischen Querschnitt von der oberflächlichen Partie eines *Forskalia*-Nesselknopfes darstellt. Die feinen, auf den Drüsenbläschen befindlichen Wimpern stehen frei, während die Cnidocils tief in die eigene Zellsubstanz hineinragen (denn die Cnidocilröhre ist ein Theil des apicalen Plasmas). Der Anlage nach sind natürlich beide Gebilde einerlei Ursprungs, denn es sind Dif-

ferenzirungen am gleichen Plasmabereich. Formell und functionell und ihrer speciellen Ontogenese nach sind sie aber völlig verschieden, und da wir auch an den Cnidocils keine Streifung oder Neigung zum Zerfall in feinere Einheiten nachweisen können — die Iwanzoff'schen Angaben darüber beruhen, wie gezeigt, auf Verwechslungen — so sehe ich nicht ein, was damit gewonnen ist, wenn wir phylogenetisch die Cnidocils als modificirte Wimpern auffassen.

Ich kann nicht umhin, hier eine Bemerkung einzuflechten. Wie die Cnidocils von den Wimpern, so suchen wir immer eine Structur von anderen, einfacheren abzuleiten — z. B. die Nesselzellen von Drüsenzellen (Lendenfeld) oder von Muskelzellen (Chun) oder von Wimperzellen (Iwanzoff). Wenn ich sagen kann, die Nesselzelle ist eine eigenartige Drüsenzelle, so subsumire ich sie unter eine Begriffseinheit, die wieder unter eine andere höhere fällt. Wenn wir uns nur damit genügen liessen! Aber wer glaubt nicht die Nesselzellen direct aus einfachen Drüsenzellen entstanden? Phylogenetisch natürlich, nicht ontogenetisch. Die Verwandtschaft zu den Drüsenzellen besteht darin, dass in beiden specifische Substanzen gebildet und nach aussen abgegeben werden. Können wir aber sagen, die Nesselzellen sind aus der oder jener Drüsenzellart entstanden? Das ist unmöglich, denn es gibt keinen Uebergang zu einfacheren Zellarten. Das wesentliche Charakteristicum der Cnidocyten, die Ausbildung eines nur einmal in Verwendung tretenden, sehr stark quellfähigen giftigen Secretes ist nur in der Weise ermöglicht, wie wir es ganz allgemein bei verschiedenen Thiergruppen finden: durch Isolation, die nur auf einen gewissen Reiz hin aufgehoben wird. Ich kann mir ein derartiges Secret nicht unisolirt denken oder muss die Kapsel für überflüssig halten, wenn die Affinitäten des Secretes andere sind. Die Existenz der Cnidocyte ist und bleibt für mich völlig unerklärbar; sie ist gegeben und somit Ausdruck eines specifischen, für die betreffenden Thierformen charakteristischen Triebes.

c) Anderweitige Protoplasmadifferenzirungen: Da es sich darum handelt, die Function der Cnide zu erforschen, so gehe ich auf alle die Differenzirungen, welche nicht in Beziehung zur Entladung stehen, nicht näher ein. Diese weniger interessanten Eigenschaften sind das Resultat von Anpassungen an die Umgebung und ergeben sich aus membranösen oder faserigen Verfestigungen des Protoplasmamantels, der mit der Stützlamelle in innigste Beziehung tritt. Diese Beziehung documentirt sich besonders deutlich

bei Stielbildungen, mittels welcher der weit von der Lamelle durch zwischengelagerte zellige Elemente abgehobene Zellleib sich an der Lamelle verankert. Eine andere Bedeutung kann ich den Stielen jetzt nicht mehr zuschreiben, selbst wenn sie, wie das gewöhnlich der Fall ist, direct auch an der Cnide inseriren. Bei dem seitlichen Druck, der jedenfalls in jedem Epithel wirksam ist — er kann sich z. Th. schon aus dem Anschwellen der Drüsenzellen ergeben —, muss eine Fixirung der glatten Cniden nothwendig erscheinen. — Dem gleichen Zwecke dienen sporn- oder kammartige (Fig. 249) Verbindungen der Cnide mit den Plasmamantel; feste Verbindung der Cniden untereinander bewirken die Gitterfasern (Fig. 249); siehe darüber meine Arbeit von 1899.

2. Entladung.

a) Ursache der Entladung: Diese kann einzig und allein in einer plötzlichen Volumvergrösserung des Cnideninhalts gefunden werden. Alle früheren Annahmen, dass Druck von aussen die Kapsel zur Entladung bringe, sind völlig unhaltbar, da nichts vorhanden ist, was einen entsprechenden Druck auf die Kapsel ausüben könnte. Erst theilte ich die Ansicht Lendenfeld's, Nussbaum's u. a., dass eine Contraction des für musculös erklärten Plasmamantels die Kapsel zusammenpresse; dann nahm ich an, da an den Cnidocyten der Nesselknöpfe hievon nicht die Rede sein kann, dass die Sklera selbst contractionsfähig ist. Grenacher (95) findet die Kapselwand stark angespannt durch Druck in der Kapsel; sie hat demzufolge das Bestreben, den Deckel abzusprengen, was aber erst nach Ueberwindung des im gefältelten Schlote gegebenen Widerstandes möglich ist. Die Unhaltbarkeit auch dieser Deutung liegt auf der Hand. Denn der Deckel ist, wie leicht constatirt werden kann, nicht zu schwach, der Spannung Widerstand zu leisten; keine Kapsel entladet sich, wenn der Protoplasmamantel und der konische Aufsatz von ihr abgelöst sind.

Iwanzoff ist der erste und bis jetzt der einzige, welcher die Ursache der Entladung in das Secret verlegt. Er constatirte dessen gelatinöse, nicht, wie früher angenommen wurde, flüssige Natur, und glaubte an die Fähigkeit desselben, bei Zutritt von Wasser aufzuquellen. Dem Zutritt entgegen wirken Deckel und Sklera; er wird aber ermöglicht durch Druck der umgebenden Zellen auf die Cnide, welche so ihren Deckel abwirft. Die eminent hygroskopische Eigenschaft des Secretes ermöglicht die grosse Schnelligkeit des Entladungsvorganges. — Ich schliesse mich, bis

auf die Erklärung, wie das Wasser in die Kapsel gelangt, völlig dem russischen Forscher an und glaube unsere Auffassung über allen Zweifel sicherstellen zu können. Zunächst möchte ich mich aber gegen LENDENFELD wenden, der in seinem Referate (1897) die IWANZOFF'sche Ansicht verwirft, weil nach ihm die Kapselwand unmöglich imstande wäre, den Zutritt von Wasser zum Secret zu verhindern. Das erweise sich direct aus der Tingirbarkeit des Inhaltes intacter Kapseln. — Ich glaube verstehen zu dürfen, dass unter den intacten Kapseln lebende unversehrte Cniden gemeint sind. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass durch das Abtödten des Trägers der Nesselzellen auch die chemische Beschaffenheit der Cniden verändert wird. Die Cnide nimmt aber im lebenden Zustande keine Farbstoffe auf, wie vitale Färbungen der Nesselknöpfe mit Methylenblau und Congoroth erweisen. Wohlgemerkt, es gilt dies nur für die ausgereiften Cniden, während die Jugendstadien sich leicht tingiren. Aber auch bei diesem Befunde ist es sehr zweifelhaft, ob sie sich intra vitam färben, so wie das wohl überhaupt für die sogenannt vitale Färbung noch nicht sicher erwiesen ist. Es können sich sehr wohl im lebenden Plasma Theilchen färben, die aber gar nicht intra vitam sind, sondern todte Zerfallsproducte des Plasmas darstellen (siehe auch MAYER 98). Wie weit dies für die Cniden gilt, ist zur Zeit nicht festzustellen. Jedenfalls bestehen aber Verschiedenheiten zwischen fixirten und nicht fixirten Cniden gerade in Hinsicht auf das Verhalten zu Farbstoffen; denn die „lebende" Cnide färbt sich nicht.

Durch die Fixirung verliert das Secret seine hygroskopischen Fähigkeiten, wie man an zerschnittenen Cniden vom Sublimat-, Osmium- und Formolmateriale leicht feststellen kann. Um überhaupt die Art und Weise, wie das Secret in Function tritt, kennen zu lernen, bedarf es zufällig günstiger Präparate, an denen nur eine theilweise Entladung stattgefunden hat. Solche gewann ich sehr schön aus altem Osmiumessigsäurematerial von Nesselknöpfen der *Physophora* (siehe auch Fig. 252 und 253 von *Athorybia*), das ich schon 1894 in Neapel gesammelt hatte. Das Aussehen der Kapseln ist sehr eigenthümlich. Die Verquellung des Secretes war nur theilweise, so dass es oft nur zur Auflösung in derbe, rundliche Ballen kam, die nicht den Schlauch vorstülpten, sondern mitrissen und zerfetzten. Alle diese halb entladenen Cniden zeigen den Schlauch abgerissen vom Cnidarium und in Fetzen entweder rückständig in der Kapsel oder im Secret vertheilt. Offenbar war das Secret bereits

zum Theil fixirt, ehe es seine Affinitäten befriedigen konnte; der eminent quellend wirkenden Essigsäure wirkte die fixirende Osmiumsäure entgegen, wie ja sonst an mit Osmiumessigsäure behandelten Knöpfen keinerlei Entladung durch die Fixirung angeregt erscheint. Dass die Entladung im speciellen Falle Hand in Hand mit der Fixirung ging, ergibt sich aus ihrer Unvollkommenheit, die bei natürlichem Reize nicht beobachtet wird.

Verschiedene Bilder zeigen den ausserordentlich leichten Zerfall des homogenen Secretes in eine gleichmässige Körnelung (Fig. 206, 212). Also kann die Homogenität nur auf einer sehr innigen Aneinanderpressung, nicht aber auf einer Verklebung der uns aus der Entwicklung bekannten Secretkörner beruht haben. Dies spricht zugleich für die solide Beschaffenheit der einzelnen Körner. Je ausgiebiger aber die Entladung war, um desto weniger Secretkörner sind noch vorhanden. Was ist mit den anderen geschehen? Sie sind durch Wasseraufnahme verquollen und verflüssigt worden. Wir dürfen wohl annehmen, dass jedes Secretkorn mit grösster Begier Wassermolecüle an sich reisst, dabei in seinem Bestande aufgelockert wird und sich löst. Aus der Körnermasse wird eine leicht bewegliche Flüssigkeit, die in noch zu schildernder Weise Verwendung findet.

b) Anstoss der Entladung. Nachdem wir so als über jeden Zweifel gewiss die Ursache der Entladung im Aufquellen des Secretes feststellen und so die Iwanzoff'sche Angabe bestätigen konnten, bleibt jetzt noch die Beantwortung der dunkelsten Frage, wodurch das Secret in Berührung mit dem Quellwasser gebracht wird. Diese Frage ist bis jetzt vollkommen offen, denn die einzige versuchte Antwort (Iwanzoff [97]), gemäss welcher der Druck der anliegenden Zellen den Deckel von der Kapsel sprengen soll, ist völlig unhaltbar, wenn wir z. B. die accessorischen Cniden der Nesselknöpfe berücksichtigen, wo nichts in der Umgebung ist, das einen Druck ausüben könnte. Die Kräfte für die Ablösung des Deckels, in welchem Momente auch ich den Anstoss zur Entladung finde, müssen in der Zelle selbst gelegen sein. Das folgt ohneweiters schon aus der Anwesenheit eines reizpercipirenden Apparates, des Cnidocils, das ganz überflüssig wäre, wenn die umgebenden Zellen ausschliesslich den Anstoss lieferten.

Ich glaube nun auch in der Cnidocyte die den Anstoss liefernde Structur gefunden zu haben. Sofort, als ich in Messina die eigenthümliche Längsstreifung des konischen Aufsatzes bemerkte.

war ich überzeugt, dass nur in ihr die Ursache für die Ablösung des Deckels zu suchen sei. Von dieser unbestimmten Ueberzeugung bis zur klaren Erkenntniss des Vorgangs war aber ein weiter Weg. Dass ich die Fältelung zuerst für Muskelfäserchen hielt und sie am Deckel anheftend glaubte, habe ich bereits erörtert, auch wie ich mir ihre Zugwirkung vorstellte. Schon die Beobachtung des Entladungsphänomens, so wenig dieses sich auch im einzelnen analysiren lässt, zeigt doch deutlich, dass die versuchte Erklärung unhaltbar ist. Denn der Deckel springt immer unmittelbar an der Cnidocilbasis auf, während er nach meiner ersten Vorstellung vom Vorgang hätte entgegengesetzt davon abspringen müssen. Hier bleibt er aber gerade haften, ist also hier direct mit der Sklera in Verbindung. Nun glaubte ich die auflockernden Fasern an der Innenseite der Cnidocilröhre befindlich, wo sie zum Deckelsaume herantreten sollten. Aber weder zeigt sich eine Längsstreifung einwärts vom Cnidocil, noch treten überhaupt im ganzen Umkreis des Deckels Fasern direct an ihn heran. Wie ich schon zeigte, hört das Septum des Conus, welches das Cnidocil vom Innenraum trennt, vor dem Deckelrande auf und hängt nur seitwärts mit der gefältelten Membran zusammen. Also war durch Muskelwirkung absolut keine Erklärung für die Absprengung des Deckels zu gewinnen.

Grenacher fasst meiner Ansicht nach sehr richtig die Fältelung der Conuswand als Ausdruck eines „kräftigen Tonus", eines Spannungszustandes der Membran auf. Aber nach ihm wirkt dieser Tonus der Abstossung des Deckels gerade entgegen, und es bedarf eines Reizes durch das Cnidocil, um ihn aufzuheben und um die Kapsel durch die Wirkung der Skleraelasticität zur Entladung zu bringen. Die Unhaltbarkeit letzterer Ansicht wurde schon dargethan; auch lässt sich mikroskopisch das Verschwinden der Streifung nicht nachweisen. Im Gegentheil! wie die Fig. 253 lehrt, ist sie sogar recht kräftig nach der Entladung; im Vergleich zur Streifung an ruhenden Cniden des gleichen Präparates (Tastercniden von *Athorybia*, F-Behandlung) ist sie sogar deutlicher geworden. Die Faltung der Lamelle zeigt sich unmittelbar am abgesprungenen Deckel äusserst prägnant; wie helle Körner erscheinen die Umschlagsstellen in der Sprenglinie. Da die Explosion der Cnide als das Resultat der Fixirung gelten kann — wenigstens trifft dies für die meisten Fälle zu —, so wird die Membran gerade im Zustand der stärksten Anspannung fixirt worden sein; nicht aber darf man sagen, dass die bei der Explosion verstrichene Fältelung später wieder deutlich hervorgetreten sei. Das nimmt auch Grenacher nicht an; seine

Angabe, dass die Fältelung sich glättet, leitet sich vielleicht von der speciellen Wirkung der Pikrinsäure ab. Auch ich habe in vielen Fällen nach der Entladung die Fältelung nicht mehr erkannt; aber ich suchte die Entladungen meist durch Zusatz von Essigsäure zu veranlassen, welche Quellungen und Zerreissungen begünstigt.

Uebrigens ist auch die Art der Einfügung des Deckels in der Kapselmündung der GRENACHER'schen Ansicht, dass die gefältelte Membran den Deckel in der Kapsel festhalten soll, ungünstig. Denn der Deckel hat die Form eines Conus — wenn auch in seinem oberen, eingefalzten Theile mit wenig geneigten Wandungen —, der vor allem einer leichten Ausstossung angepasst erscheint. Nun ist aber die Fältelung gerade am stärksten im Umkreis des Mündungsrandes der Kapsel entwickelt, wo die Membran der Sklera direct verschmolzen ist; die Spannung in ihr kann daher, wie mir scheint, nicht ein Zurückhalten des Deckels in der Mündung begünstigen, vielmehr müsste sie eher das Ausstossen unterstützen.

Auf diese Anschauung begründet sich meine Ansicht von der Ablösung des Deckels. Zwei Momente halten den Deckel in der Kapsel fest, zwei wirken dem entgegen. Als die ersteren ergeben sich der vom Vacuum gelieferte negative Druck und die Reibung an den Kapselwänden; letzteres Moment ist wahrscheinlich nur gering anzuschlagen. Auf die Ausstossung hin wirkt vor allem die Spannung in der gefältelten Membran. Die Sklera selbst ist in gleicher Hinsicht nur wenig (vielleicht gar nicht) wirksam, da sich ihr Contractionsbedürfniss hauptsächlich gegen das Secret wendet. Ein einseitig gegen die Kapselmündung gewendeter Druck in der Sklera ist bei der Festigkeit der Secretmasse kaum annehmbar; wahrscheinlicher ist, dass die Oeffnung der allergeringsten Spannung ausgesetzt ist. Dafür spricht auch, dass bei der Entladung die Weite der Oeffnung kaum vermindert wird (man vergleiche Fig. 206 und 211 a). Ich nehme nun an, dass auf den Cnidocilreiz hin die Spannung in der gefältelten Membran stärker wird, dadurch den negativen Druck und die Reibung überwindet und den Deckel in seiner Lage lockert. Das weitere ergibt sich dann sehr einfach und wird unter *c)* besprochen werden; ich möchte hier noch die Wirksamkeit der Membran einer genaueren Prüfung unterziehen.

Wir können uns die Wirkung der Membran dadurch deutlicher machen, dass wir ein Beispiel aus der Mechanik heranziehen, das

die entgegengesetzte Wirkung erläutert. Ein breiter elastischer, in gleichartige quere Falten gekrümmter Metallreif sei um einen wachsenden Baum gelegt. Je mehr sich der Baum verdickt, desto stärker überwindet er die Spannung im Reifen, dessen Falten dabei sich glätten. Schliesslich wird der Reif zerreissen; da er aber über sein Elasticitätsvermögen angespannt wurde, wird er sich nicht wieder in Falten legen, gleichwie eine übermässig angespannte Spirale sich auch nicht wieder zusammenrollt. Bei der gefältelten Membran liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt. Nicht die eingeschlossene Kapselmündung erweitert sich, sondern die Membran vermag unter bestimmten Verhältnissen ihre Spannung zu vermehren, indem die Fältelung sich steigert oder — um den Vergleich anschaulicher zu machen — die Falten durch Wachsthum sich erhöhen und demnach stärker auf die Unterlage drücken.

Anfänglich dürfte die Membran glatt sein, nur mit gegebener Tendenz zur queren Einfaltung. Durch Wachsthum steigert sich die Tendenz, da die Membran an der Kapselmündung fixirt ist; wäre nun das Wachsthum ein gleichmässig fortschreitendes, so würde zu einem bestimmten Zeitpunkt der Deckel ausgepresst werden. Ein gleichmässiges Wachsthum erfolgt aber nicht; dagegen tritt momentan ein starkes Wachsthum bei Zuführung eines geeigneten Reizes ein, wodurch scheinbar willkürlich der Deckel ausgepresst werden kann. Endet der Reiz, so glätten sich die Falten nicht wieder, gerade wie es dem Verhalten des elastischen Metallreifens entspricht; denn wie dort die Elasticität durch den wachsenden Widerstand des Baumes vernichtet wurde, so vernichtet hier der wachsende Druck der Membran den im Deckel gegebenen Widerstand, und es ist nichts da, was die Falten wieder glätten könnte.

c) Das Phänomen der Entladung. Um den Vorgang der Entladung präcis beschreiben zu können, bedarf es der Einführung einiger neuer Ausdrücke. Der konische Aufsatz heisst hinfort „Entladungskappe“, seine Wandung „gefältelte Membran“ (schon oben so genannt), der Innenraum „Wasserreservoir“ oder einfach „Reservoir“ (die Begründung dafür siehe unten). Der Deckel springt ab auf der „Cnidocilseite“ der Cnide. Von den drei Verdickungsstreifen der Basalstückpropria, in welche der Deckel eingefalzt ist, heisst der an der Cnidocilseite endende (ventrale), von welchem der Deckel abspringt und der möglicherweise eine die Ablösung begünstigende Structur aufweist, der „Ablösungsstreifen“, während die beiden anderen, zwischen denen der Deckel am oberen Rand mit der Sklera verwachsen ist,

einfach „rechter“ und „linker Streifen“ zu nennen sind. Am proximalen Ende des Ablösungsstreifens liegt der Ablösungspunkt. In der gefältelten Membran wollen wir diejenige Kreislinie, in der der entscheidende Druck auf den Mündungssaum der Kapsel und somit auch auf den Deckel ausgeübt wird, die „Sprenglinie“ nennen; das Cnidocil bringt die Sprenglinie zur Function auf den „Entladungsreiz“ hin.

Die Entladung verläuft gemäss der hier vertretenen Auffassung folgendermassen:

1. Reizphase. Das Cnidocil empfängt den Entladungsreiz und leitet ihn über auf die Sprenglinie, mit der es jedenfalls in directer Verbindung steht. Begünstigt wird die rasche Leitung durch völlige Isolation des Cnidocils, das vom Plasma der umgebenden Cnidocilröhre durch einen, jedenfalls mit Wasser gefüllten Raum getrennt ist, der wiederum an der Innenseite der Röhrenbasis mit dem Wasserreservoir direct communicirt. Bei der Reizleitung dürfte das Cnidocil oft zerfallen, da es nach der Entladung selten mehr deutlich zu erkennen ist. Ohne Cnidocil ist die Entladung isolirter Cnidocyten unmöglich. Die Existenz cnidocilloser Cniden — wenn es solche überhaupt gibt; bei den kleinen stäbchenförmigen Cniden der Nesselknopfendfäden konnte ich nie ein Cnidocil bemerken — erweist indessen auch die Empfänglichkeit der Sprenglinie für Nervenreize, die durch das Zellprotoplasma übergeleitet werden, und die vielleicht auch bei Cniden mit Cnidocils eine Rolle spielen.

2. Sprengphase. Auf den Entladungsreiz hin verstärkt sich momentan die Fältelung in der Sprenglinie und der dadurch hinreichend gesteigerte Druck auf die Kapselmündung lockert den Deckel in seiner Lage, treibt ihn vielleicht sogar aus der Mündung auf der Cnidocilseite heraus. Am stärksten und unmittelbarsten wird sich der Druck rechts und links neben der Cnidocilseite der Cnidenmündung bemerkbar machen, da hier der Reiz zuerst wirkt. Da ausserdem hier vermuthlich der Deckel am leichtesten sich ablösen kann, so ist es selbstverständlich, dass hier die Absprengung beginnt. Aber ohne Zweifel wird der Reiz, wenigstens bei genügender Stärke, die ganze Sprenglinie durchlaufen und somit die Absprengung besser gefördert werden. Auch die gesteigerte Spannung der entfernteren Sprenglinienbezirke wird die Absprengung an der Cnidocilseite begünstigen, wie sich aus dem Bau der Entladungskappe von selbst ergibt. Denn die gefältelte Membran legt sich,

ausgenommen die Cnidocilseite, dicht über den Deckel hinweg, was besonders an den accessorischen Cniden mit Deckplatte über dem Deckel auffällt; bei letzteren kann der Deckel überhaupt nur (vor Zerstörung der Structuren) am Ablösungspunkte abspringen, da die Deckplatte im ganzen übrigen Umkreis eine Verstärkung des Verschlusses vorstellt. Die über sie hinwegziehende Fältelung drückt nun nicht rechtwinklig gegen die Längsachse des Deckels, sondern schräg von der Seite gegen den Ablösungspunkt hin. Somit sehen wir in der scheinbar die Absprengung erschwerenden Structur gerade ein Hilfsmittel zur bestimmt gerichteten, also doppelt exacten Absprengung. — Sehr unwesentlich wird die gesteigerte Spannung auswärts vom Cnidocil wirken, da hier die Membran erst in beträchtlicher Entfernung vom Mündungsrand an die Sklera herantritt. Aber gerade auch dies Moment begünstigt die einseitige Ablösung, da sie ein Ausweichen der gepressten Kapselwandung an der Cnidocilseite begünstigt und somit die Reibung des Deckels am Ablösungsstreifen, also an der entscheidenden Stelle vermindert.

3. Saugphase. Der im Vacuum aufgespeicherte negative Druck reisst nach der Lockerung des Deckelverschlusses mit Ungestüm das Wasser aus dem Reservoir in die Kapsel hinein, wo es zunächst durch die Begrenzungsflächen des Vacuums hindurch mit dem Secret in Berührung kommt. — Die Wirksamkeit des Vacuums im erwähnten Sinne ist sicher von grösster Bedeutung für die Beschleunigung des Entladungsphänomens. Sobald der Deckel nur im geringsten in seiner Lage gelockert ist, muss der negative Druck sich direct auf die Kapselumgebung wenden, und da unmittelbar an den Deckel das im Kappenraum angehäufte Wasser grenzt, so wird dies sehr lebhaft einströmen und den ganzen Vacuumsraum ausfüllen. Somit ist die zunächst denkbar grösste Berührungsfläche des Wassers mit dem Secret gegeben, die sich übrigens sofort (siehe unten) bedeutend vergrössert, wenn das Wasser auch in die übrigen Schlauchabschnitte einströmen kann. Wir müssen aus den Befunden nach der Ausstülpung des Schlauches (siehe unten) auf die Durchlässigkeit der ganzen Schlauchwand schliessen, und wir haben ja auch bereits früher versucht (II), eine Veränderung in der Structur der während des Wachsthums für die Skleraanlage undurchlässigen Schlauchpropria aus den Befunden bei der Widerhakenbildung ableiten zu können. Für die Erklärung des so blitzschnellen Verlaufs der Secretverquellung ist die An-

nahme einer für Wasser leicht durchlässigen Schlauchwand unentbehrlich.

4. Quellungsphase. In dem gierigen Bestreben, sich mit Wasser zu verbinden, reissen die dicht gedrängten Secretkörner der unmittelbaren Nachbarschaft des Vacuums das in das letztere einströmende und durch die Schlauchpropria hindurch diffundirende Wasser aufs rascheste an sich und werden dadurch verflüssigt. Diese Verflüssigung bedeutet eine Volumvergrösserung, die bei der fortdauernden Zufuhr neuen Quellwassers zum Secret rasch sich bedeutend steigert, die Verlagerung des gequollenen Secretes nach aussen veranlasst, was wieder eine Vorpressung und Umstülpung des Schlauches zur Folge hat. — Die Aufquellung des Secretes geschieht unter dem Mikroskop mit rasender Geschwindigkeit. Dass in Wirklichkeit der Process lange nicht so schnell verläuft, lehrt die Beobachtung sich entladender Nesselknöpfe bei Lupenvergrösserung. Man sieht dann die langen Nesselschläuche aus dem Nesselbande hervorschiessen, etwa wie ein Krystall in einer Lösung anschiesst, derart, dass die volle Ausstülpung an sich wohl verfolgbar erscheint. Natürlich kann man bei so schwacher Vergrösserung keine Details erkennen. Man müsste ein Reagens ausfindig machen, das die Quellung verzögert — ein sehr wohl möglicher Versuch, da überhaupt die Entladungsgeschwindigkeit leicht zu beeinflussen ist (vielleicht durch eine geeignete Sublimatmischung mit Essigsäure) — und der bis jetzt so räthselhafte Vorgang wird sich vielleicht bequem unter dem Mikroskop studiren lassen. Jetzt sind wir nur auf Untersuchungen angewiesen, die im nächsten Abschnitte vorgetragen werden sollen.

5. Ausstülpungsphase. Die durch die Quellung veranlasste Ausstülpung des Schlauches schreitet vom proximalen zum distalen Ende desselben fort unter völliger Dehnung der Propria, deren Innenseite gegen aussen umgewendet wird. Die erst dicht zusammengepressten Widerhaken weichen aussen auseinander und lassen ihre Anordnung in drei Spiralzügen deutlich erkennen. — Das aufquellende Secret kann sich nur durch die Kapselmündung hindurch gegen aussen hin ausdehnen. Da die den Austritt verhindernde Schlauchwand nach-

giebig ist, so wird es diese durch die Mündung hervorpressen. Das aufgequollene Secret gelangt also sofort in das Schlauchinnere. Da aber die Zufuhr von Quellungswasser nicht aufhört — denn der Kappenraum steht ja in directem Zusammenhang mit der Aussenwelt, die Kapselmündung wird also immer von Wasser umspült —, so kommen immer neue Secretmassen mit Wasser in Berührung, die wieder aufquellend neue Schlauchtheile vorschieben und also in den Schlauch eintreten. Ich stelle mir vor, dass die Elasticität der Sklera von grosser Wichtigkeit für den Verquellungsvorgang ist, da sie die leicht in ihre körnigen Bestandtheile zerfallende Secretmasse vorschiebt, also direct dem Wasser entgegentreibt.

Bei der Ausstülpung sind folgende Widerstände zu überwinden:

a) der negative Druck, welcher die Secretkörner zusammenhält;

b) der negative Druck im Lumen des Innenschlauches;

c) die Elasticität der Schlauchpropria bei der Umstülpung;

d) der Widerstand des ins Innere des ausgestülpten Schlauchabschnittes eingedrungenen verquollenen Secrets;

e) der Widerstand der äusseren Medien (entweder Wasser oder Gewebe des Beutethieres, in welche sich der Schlauch einbohrt).

Zur Ueberwindung der Widerstände *a)* und *b)* dürfte die Elasticität der Sklera vor allem in Betracht kommen; sie wird auch den Beginn der Schlauchumstülpung unterstützen. Die völlige Umkrempelung dagegen, sowie *d)* und *e)* kommen ausschliesslich auf Rechnung der Secretverquellung und es ist vor allem Widerstand *e)*, den wir nicht unterschätzen dürfen. Darauf werden wir aber erst im nächsten Abschnitt näher eingehen können. Dass die Wand des Fadens ihre Elasticität bei der Stilettreife nicht völlig eingebüsst hat, erweist Fig. 252 und viele ähnliche Befunde. Wir sehen den nur theilweise entladenen Schlauch zu vier Fünftel übermässig durch das ausgeschleuderte Secret erweitert. Wo der Druck ein minder starker ist — oder wieder nachgelassen hat (im proximalen Theile) — ist das Schlauchlumen wieder verengt. Daraus ergibt sich ohneweiters die Elasticität der Propria. Es ist auch an sich ganz selbstverständlich, dass die Schlauchwand elastisch sein muss; denn sonst müsste sie bei der plötzlichen Vorpressung zerreissen. Zerrissene Schläuche trifft man aber nie — oder sie sind

nach der Entladung zerrissen worden —; wir dürfen sogar auch annehmen, dass die Elasticität der Wand der Vorwärtsbeförderung des Secrets günstig ist. Ferner wird bei nicht völliger Ausstülpung das Contractionsvermögen der übermässig angespannten Propria ohne allen Zweifel die Diffusion des Secrets ins umgebende Medium wirksam unterstützen. Dass jedoch die Elasticität eine geringere als an den Wachsthumsstadien ist, ergibt sich aus einem Vergleich der verschiedenen Durchmesser 1. vom soeben eingestülpten Faden zum wachsenden und 2. vom leeren ausgestülpten Faden zum secreterfüllten (Fig. 150a zu Fig. 170 und Fig. 252).

6. Angriffsphase. Die zunächst als einheitlicher Dolch vortretenden grossen Widerhaken durchbohren die Haut des Beutethieres (falls dies in entsprechender Nähe ist und nicht allzu harte Flächen bietet) und schaffen somit eine Wunde, durch welche der Fadentheil in die weicheren Gewebe eindringen kann, wobei auch die kleineren Widerhaken in gleicher Weise wie die grossen wirksam sind und das Vordringen erleichtern. Aus dem wohl nicht völlig umgestülpten Schlauche diffundirt das flüssige Secret in die umliegenden Gewebe, wo es durch giftige Reizwirkung Lähmung der Musculatur (nebst vielleicht noch anderen Zerfallserscheinungen) hervorruft. — Es unterliegt keinem Zweifel, dass die am Schlauch ausgebildeten Dolche nur den Zweck haben, dem Beutethier Wunden zu schlagen. Grenacher (1895) besonders ist der Ansicht, dass überhaupt das Nesselsecret nur wirksam sein könne, wenn es direct ins Innere der Gewebe eingeführt wird. Ich schliesse mich ihm in dieser Hinsicht durchaus an, schon deshalb, weil ich dem gequollenen Secret keine wasserentziehende Wirkung zuschreiben kann. Das Secret ist, wie schon Möbius (1866) erkannte, keine Säure — etwa Ameisensäure —, denn es vermag Congoroth nicht zu bläuen. Wie soll ferner das Secret auf die Gewebe bei nur äusserlicher Berührung einwirken, da es sich ja mit Wasser mischt, also durch dieses zweifellos stark verdünnt wird, was seine Giftwirkung nur schwächen kann? Es besteht also wohl gar kein Zweifel mehr, dass nur die in die Gewebe eindringenden Secretmassen für den Angriff von Bedeutung sind.

In der Eindringung in die Gewebe des Beutethieres liegt aber der grösste Widerstand für den vorschiessenden Schlauch, wie z. B.

aus den interessanten Versuchen LENDENFELD's (1897), welcher Actinien-tentakel in Berührung mit verschieden consistenten Gallertplatten brachte, hervorgeht. Je härter die Hülle des Beutethieres, desto eher wird der Faden seitlich abgleiten; je fester die Gewebe, desto weniger vollkommen die Entladung. Es fragt sich überhaupt, ob im Beutethier je ein Schlauch völlig umgestülpt wird. Schon an frei liegenden Schläuchen sieht man meist im Innern einen noch verschieden langen, nicht ausgestülpten Abschnitt, der oft bis in die Kapsel verfolgt werden kann. Die Qualität des Reizes ist in dieser Hinsicht von grosser Bedeutung. So fand ich am *Agalmopsis elegans*-Taster, dass bei Essigsäurezusatz keine vollständige, bei starkem Druck aufs Deckgläschen dagegen oft vollständige Entladung eintritt. Der Zusatz von Essigsäure zum Wasser lässt also die Quellung minder vollkommen ausfallen als das reine Wasser — wenn nicht mir unbekannte Factoren bei dem Versuche mit von Einfluss waren (etwa die Cniden oder das Cnidocil im ersteren Fall nicht mehr ganz lebensfrisch waren, was sehr schwer oder nicht festzustellen ist).

Ein vollständig umgestülpter Schlauch unterscheidet sich sofort von einem nur theilweis entladenen. Ersterer ist glanzlos und mit verschieden stark zusammengesunkener Wandung. Die Anwesenheit vom Secret im Schlauche ist sofort nach dem Schusse leicht an dem starken Glanze kenntlich, der die Spirallinien und den Innenschlauch fast ganz oder auch ganz verbirgt. Hat nun aber ein solcher Schlauch irgend Bedeutung für den Angriff? Meiner Meinung nach nicht viel geringere als ein ganz entladener; denn das Secret diffundirt durch die Wandung hindurch. Das ergibt sich aufs deutlichste aus den Befunden am fixirten Materiale, wo in nur theilweise umgestülpten Schläuchen der distale Bereich glanzlos ist und sich im Aussehen dem ganz entladener nähert. Weiter proximalwärts nimmt der Glanz des Schlauches zu und je nach der Stärke der einzelnen Entladung setzt er sich bis zur Kapsel fort, so dass dann auch am weiten Basalstück nichts vom Innenschlauche — der in der Kapsel wieder deutlich wird — oder von den breiten Spiralbändern sichtbar ist. In der Kapsel ist entweder alles Secret verquollen; oft aber sieht man darin noch Reste der ehemaligen Körnelung (Fig. 252), die bei sehr unvollkommener Entladung sogar, an peripheren Theilen der Kapsel, in den homogenen Zustand des Secrets in der ruhenden Cnide übergehen kann. Die Glanzlosigkeit solcher nur halb entladener Schläuche

gegen das distale Ende zu erklärt sich nun nur aus einer Diffusion des innen gelegenen Secrets ins umgebende Medium, vor der Fixation durch das zugesetzte, die Entladung auslösende Conservirungsmittel. Somit sind die im Gewebe nicht völlig umgestülpten Schläuche nicht als umsonst ausgestossen zu betrachten; nur wird die Giftwirkung, weil durch die Diffusion verzögert und auf einen grösseren Raum vertheilt — nicht mit Macht einem kleinen Bezirke engespritzt —, geringer sein als bei ganz umgestülpten Schläuchen.

Daran, dass eine völlige Umstülpung überhaupt möglich ist, kann nach von mir angestellten Versuchen nicht gezweifelt werden. Eine andere Frage ist, ob dabei alles Secret aus dem Schlauche ausgetrieben wird. Das möchte ich bestimmt verneinen, denn die letzten Secretreste finden in der Cnide genügend Raum zur Quellung und werden durch keine rückständigen Quellmassen verdrängt. Die Vertheilung des in der Cnide restirenden Secrets ist durch nichts gehemmt, daher wird der Schlauch bei völliger Umstülpung auch nicht den Glanz besitzen wie zunächst bei theilweiser, und durch die Schlauchöffnung — die in günstigen Fällen bestimmt nachweisbar ist — wird die Vermischung mit Wasser, die ja auch durch die Propria hindurch erfolgt, wirksam gefördert werden.

d) Form des ausgestülpten Schlauches. Der Schlauch macht in der Kapsel seine eigentliche Ausbildung durch, deren Resultate aber erst genauer nach der Ausstülpung erkannt werden können. Was Complicirtheit des Vorgangs anlangt, steht die Schlauchbildung allen anderen Entwicklungsvorgängen in der Cnidocyte weit voran. Der ausgestülpte Schlauch stellt sich nun an den grossen Kapseln der *Physophora, Agalmopsis elegans* und *Athorybia* folgendermassen dar (Fig. 212, 252, 253, 229, 250).

Das Basalstück beginnt mit dem glatten Theil, welcher allein am Schlauch der Widerhaken entbehrt. Er ist von verschiedener Weite; die Verdickungsstreifen sind in der gedehnten Propria viel weniger deutlich, als es beim eingestülpten Schlauche der Fall war. Am folgenden bedornten Theile finden wir bei *Physophora* (Fig. 212) die Reihe der Dornen auf jedem der drei rechtsspiral (in der Kapsel linksspiral) ziehenden Stiletträger durch einen besonders kräftigen und zugleich längsten Widerhaken eingeleitet (Basaldorn), die alle drei den scharfen Dolch bilden, welcher die erste Wunde im Beutethier schlägt. Bei *Athorybia* (Fig. 252)

fehlen die Basaldornen. Dann folgt eine Serie schlanker zarter Widerhaken, bei *Athorybia* etwa 17, bei *Physophora* ca. 37. Jedem dieser mittleren Dornen entspricht eine Querwelle (Fig. 253 zeigt diese im Querschnitt) der Stiletträger; eine deutliche Gelenkbildung des Dorns an der Welle konnte ich nie nachweisen, glaube daher eher an eine Verwachsung. An der Grenze des bedornten Theils zum Zwischenstück schliessen die Hakenreihen mit einem kurzen kräftigen Enddorn ab.

Der Faden zeigt bei unseren drei Species die ihm anhaftenden feinen Dornen in Wirtel gestellt (Fig. 250, 252), deren Einzelglieder zu denen der übrigen Wirtel in gerader Linie, nicht spiral, gestellt sind. Sowohl im proximalen wie im distalen Theile nehmen die Dornen gegen das Schlauchende zu an Grösse ab und nähern sich die Wirtel. Am distalen Ende entspricht dieser Annäherung auch eine Verengung des Schlauchlumens, die schon in der Kapsel zu erkennen war (Fig. 189). In allen diesen Charakteren zeigen die Cniden insgesammt die grössten Verschiedenheiten. Es würde diese Arbeit zu sehr erweitern, sollte die ganze Mannigfaltigkeit, die sich in der Ausbildung der Cniden bei den Siphonophoren zeigt, beschrieben werden. Es galt, das Wesentliche hervorzuheben, nicht alle Details zu bringen. — Die Beschaffenheit des Endporus ist schwer festzustellen, da überhaupt eine völlige Entladung nicht oft zu Gesicht kommt, ferner die Endabschnitte sehr blass und zart und die Medien, darin sie sich befinden, nicht immer zur Untersuchung geeignet sind. So viel ich ermitteln konnte, hat der Porus die Weite des Schlauchlumens (Fig. 229) und die Spiral- oder gestreckten Leisten, welche die Dornen tragen, enden getrennt. Diese feinen Leisten sind übrigens oft nicht zu erkennen.

Eine interessante Thatsache ist, dass die Dornen des Basalstücks an dessen distalem, nicht am proximalen Abschnitt stehen. Zwei Ursachen lassen sich dafür anführen. Erstens hätten lange Stilette am proximalen Basalstück überhaupt nicht Raum genug zur Anlage, da schon die basalen Dornen des distalen Abschnitts in der reifenden Cnide fast bis zum Deckel vorreichen (siehe die Fig. 194, 173); kleine Dornen sind aber am Anfangsstück des Schlauches nutzlos, da gerade die Peripherie des Beutethieres dem Schlauche den Hauptwiderstand bietet (sind doch Crustaceen die Hauptnahrung der Siphonophoren). Zweitens aber ist die Berührung des Beutethieres mit der Siphonophorencnide wohl nur sehr selten eine so unmittelbare, dass ganz basalständige Dornen in Verwen-

dung treten könnten. Jedenfalls ist es nur von Vortheil, wenn der den Eingang bohrende Dolch etwas von der Kapselöffnung absteht. Natürlich darf diese Entfernung aber auch nicht zu gross sein, da sonst eine Abbiegung des Schlauches gar zu leicht erfolgen kann. — Eine weitere interessante Thatsache liegt in der schiefen Stellung des Schlauches zur Längsachse der Kapsel, die bei vielen entladenen Cniden auffällt. Sie ist jedenfalls bedingt durch die bei fast allen Cniden etwas schiefe Stellung des Kapselmundes zur Kapsellängsachse; der Kapselmund ist gegen das Cnidocil hin geneigt. Ob diese Neigung für den Process der Entladung von Bedeutung ist, darüber lässt sich schwer etwas aussagen; auch in Hinsicht auf die Verwundung des Beutethieres kann ich mir keinen Vortheil vorstellen.

Literaturverzeichniss.*)

1888. Allman, G. J., Report on the Hydroida II. Challenger, Bd. 23. Part 70.
1890. Altmann, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig.
1888. Bedot, M., Sur *l'Agalma Clausi* n. sp. Receuil Z. Suisse, Bd. 5.
1896. Bedot, M., Note sur les cellules urticantes. Revue Suisse Zool., Bd. 3.
1892. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig.
1891. 1892. Chun, C., Die canarischen Siphonophoren etc. I und II. Abhandlung Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. Frankfurt. Bd. 16 u. 18.
1881. Chun, C., Die Natur- und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten. Zool. Anz.
1897. Chun, C., Ueber den Bau etc. der Siphonophoren. Verhandl. der Deut. Zoolog. Gesellschaft.
1854. Gegenbaur, C., Beiträge zur näheren Kenntniss der Siphonophoren. Z. w. Z. Bd. 5.
1882. Flemming, W., Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig.
1895. Grenacher, H., Ueber die Nesselkapseln von Hydra. Zool. Anz. Bd. 18.
1878. Hertwig, Gebr., Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen.
1882a u. b. Jickeli, C., Der Organismus der Hydroidpolypen I und II. Jen. Zeit. Naturwiss. Bd. 15.
1896. Iwanzoff, N., Ueber den Bau etc. der Nesselkapsel der Coelenteraten. Bull. Soc. Imp. Natural. Moskau.
1887. Lendenfeld, R. von, Die Nesselzellen. Biol. Centralbl. Bd. 7.
1888. Lendenfeld, R. von, Ueber Coelenteraten der Südsee. VII. Zeit. wiss. Zool. Bd. 47.
1897. Lendenfeld, R. von, Die Nesselzellen der Cnidaria. Biol. Centralbl. Bd. 17.
1898. Lee, A. B. und Mayer, P., Grundzüge der mikroskopischen Technik. Berlin.
1866. Möbius, C., Ueber den Bau etc. der Nesselkapseln. Abh. naturwiss. Vereins. Hamburg.
1894. Murbach, L., Beiträge zur Kenntniss der Anatomie und Entwicklung der Nesselorgane der Hydroiden. Arch. Naturgesch. Jahrg. 60, Bd. 1.

*) Ich führe nur die wichtigsten Arbeiten an; vollständige Verzeichnisse hat von Lendenfeld in seinen Referaten über die Nesselzellen (87 a und 97) gebracht.

1887. Nussbaum, M., Ueber die Theilbarkeit der lebenden Materie. II. Arch. mikr. Anat. Bd. 29.
1890. Schneider, K. C., Histologie von *Hydra fusca* etc. Arch. mikrosk. Anat. Bd. 35.
1891. Schneider, K. C., Untersuchungen über die Zelle. Arb. a. d. Zool. Inst. Wien. Bd. 9.
1892. Schneider, K. C., Einige histologische Befunde an Coelenteraten. Jen. Zeit. Naturwiss. Bd. 27.
1891a. Schneider, K. C., Ein Beitrag zur Phylogenie der Organismen. Biol. Centralbl.
1894, 1896, 1898, 1899. Schneider, K. C., Mittheilungen über Siphonophoren. I—IV. I und III in Zool. Anz., II in Zool. Jahrb. Abth. Anat. Bd. 9, IV in Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. 11.
1898. Weigert, C., Ueber eine Methode zur Färbung elastischer Fasern. Centralbl. f. allg. Path. Bd. 9.
1890. Zoja, R., Alcune ricerche etc. sull' Hydra. Boll. Sc. Pavia, Jahrg. 12.
1893. Zoja, R., Intorno ad un nuovo idroide. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 10.

Figurenverzeichniss.

Vorbemerkungen.

In den Figurenerklärungen wird als Abkürzung angewendet:

F	für	Formol.	M Gr	für	Methylgrün.
S	„	Sublimat.	G V	„	Gentianaviolett.
O	„	Osmiumsäure.	M V	„	Methylviolett.
Fl	„	FLEMMING'sche Flüssigkeit.	M Bl	„	Methylenblau.
F (O)	„	Nachbehandlung in Formol fixirten Materiales mit Osmiumsäure.	C R	„	Congoroth.
			Orc	„	Orcein.
K b E	für	Kalibichromat = Essigsäure.	Weig.	„	WEIGERT-Färbung (Tinction der Sklera).
L	„	lebendes Material.			
C A	„	Carmalaun (P. MAYER).			

Römisch II und IV bezieht sich auf die bei Anwendung des Zeichenapparates benutzten Oculare; 1, 3, 5, 7, $^1/_{12}$ auf die Objective von LEITZ.

Fig. 1. *Agalmopsis elegans*, F, CA, IV, 1. Ueberwanderung der accessorischen Wanderstadien vom Basalwulst (B) auf die jungen Nesselknöpfe (N Kn). F = Fangfaden, Gr W = Grenzwulst gegen den Stiel hin. U Kn = Urknospe der Nesselknöpfe, d Kn Kr = dorsale Knospenkrause des Fangfadens, * = Stelle, wo der Fangfaden quer abgeschnitten wurde, † = dorsale Austiefung des Basalwulstes, wo der Fangfaden sich einlagert, a cn = accessorische Cniden.

Fig. 2. *Agalmopsis rubra*, L. Ende der Schwimmsäule mit Schwimmblase (Sch Bl), Krause (Kr), in welcher die Nesselzellen entstehen, jüngsten Schwimmglockenknospen (Gl Kn; Urknospe = U Kn) und Stamm (St).

Fig. 3. *Plutus cnideuporus*, L. Polyp (P) und Taster (T), um die geringe Zahl der angelegten Nesselknopfknospen (N Kn) zu zeigen. F = Fangfaden.

Fig. 4. *Velella spirans*, L. Drei zeitlich aufeinander folgende Skizzen (a, b und c), welche die Lageverschiebung der Cnide α gegen die Cnide β zeigen.

Fig. 5—16. *Agalmopsis rubra*, L, IV, 5. Eine Serie von Entwicklungsstadien der grossen Cniden aus der Krause (Fig. 2), um die Form und Grössenverhältnisse lebender Jugendstadien zu zeigen.

Fig. 21 u. 22. Desgleichen, L. ohne Zeichenapparat. In 22 bedeutet * die äussere Grenzlinie des bei Sublimatzusatz geschrumpften Secretes in der Kapsel.

Fig. 23—29. Junge Bildungszellen vor Cnidenanlage, aus Basalwulst.

23—28. *Forskalia ophiura*, E. Zellformen, Vertheilung des Chromatins. 28 stellt nur Kern mit grossem Nucleolus dar.

29. *A. rubra*, O, M Gr — G V, IV $^1/_{12}$. Zeigt die schaumige Beschaffenheit des Plasmas.

Fig. 30—35. Anlage der Cnide. *A. rubra*, Basalwulst.

30—32. Schnitt, F, Weig. 30 ist dieselbe Zelle wie 31, aber bei IV 5 gezeichnet, 31 und 32 bei IV $^1/_{12}$. Cnide schwarz.

33. Schnitt, F, M V, IV 5.

34. Schnitt, O, M Gr — G V, IV 5.

35. Isolirt, O, M Gr — G V, IV 5.

Fig. 36—53. Entwicklung der birnförmigen Cniden, Basalwulst.

36, 37. *A. rubra*, F, M Gr — G V, IV 5. Wachsthumsstadien vor Secretanlage.

38, 39, 40, 42, 43, 45. *Physophora hydrostatica*, F (O), IV 5. Anlage des Secretstranges (dunkel) und des Schlauches.

41, 44. *A. elegans*, F, M Bl. Dasselbe. 41 bei IV 5, 44 bei IV $^1/_{12}$ gezeichnet.

46—50. *A. rubra*, Fl. Aeltere Wachsthumsstadien. 46—48 zeigen das Cnidarium geschrumpft; 49, 50 den Secretstrang.

51. *Ph. hydrostatica*, O, II $^1/_{12}$. Einstülpungsstadium.

52. *A. rubra*, O, M Gr — G V. Einstülpungsstadium.

53. *A. elegans*, F, M Gr — G V. Einstülpungsstadium.

Fig. 54—71. Entwicklung der säbelförmigen Cniden, Basalwulst.

54—59. *A. rubra*. Vor Schlauchanlage.

54, 58. O, M Gr — G V, IV 5.

55, 56, 59. F, G V, IV 5.

57. Schnitt, S, Weig., IV $^1/_{12}$.

60—67. *Ph. hydrostatica*, Anlage des Secretstranges und Schlauches.

60, 61, 65. O, M Gr — G V. 60 bei IV 5, 61 ohne Zeichenapparat, 65 bei IV $^1/_{12}$ gezeichnet.

62, 63, 64, 66, 67. F (O), C A. 63 bei IV $^1/_{12}$, die anderen bei IV 5 gezeichnet.

68, 69. *A. elegans*, Schnitte, F, Weig., IV $^1/_{12}$. Zur Darstellung der Sklera.

70. *F. ophiura*, E. Gekrümmtes Stadium von dorsalwärts gesehen.

71. *Ph. hydrostatica*, F (O), IV 5. Einstülpungsstadium.

Fig. 72—79. Entwicklung einer sehr kleinen Cnidenart. Basalwulst.

72, 73. *A. elegans*, F, M Bl, IV 5. Vor Schlauchanlage. In 73 ist das Cnidarium geschrumpft.

74, 76—79. *Ph. hydrostatica*, F (O), IV 5. Schlauchanlage und Einstülpung.

75. *A. rubra*, Fl, IV $^1/_{12}$. Schlauchanlage, Cnidarium geschrumpft.

Fig. 80—94. Entwicklung der accessorischen Cniden von *Agalmopsis rubra*, Basalwulst.

80, 81. O, G V, IV 5.

82, 91. Schnitt, S, Orc., IV $^1/_{12}$.

83. Fl, ohne Zeichenapparat.

84—88. O, M V, IV 5.

89—90. O, MG — GV, IV $^{1}/_{12}$. 90 ist ein Querschnitt.

92a, b, 93. L, IV 5. Um Grössenverhältnisse vor und nach Einstülpung zu demonstriren.

94. Fl. Zeigt Schrumpfung der Propria an älterem Cnidarium.

Fig. 95—128. Formen- und Structurbilder aus der Entwicklung der accessorischen Cniden von *Agalmopsis elegans,* Basalwulst und Nesselknopf.

95. S, ohne Zeichenapparat. Secretstrang sich verdickend.

96—98. F, MBl, IV 5. Schlauchanlage.

99—101. L. Anordnung und Endigung des Schlauches.

102—107. E, ohne Zeichenapparat. Zeigen Schrumpfung des Cnidariums, Propriastructur, Verbindung mit Plasma, eingesaugtes Secret aus Schlauch als Pfropf in Cnidarium hineinhängend.

108—112. Schnitte, F, Weig., IV $^{1}/_{12}$. Beschaffenheit des Schlauches. 108 bis 110 sind eine Schnittserie durch eine Cnidocyte, wo der Schlauch gegen das Ende hin angeschnitten; die Kapsel nur in 108 dargestellt.

113—115. F. Schlauchbildung. 113, 114 ohne Zeichenapparat, 115 IV 5.

116. S, IV 5. Schlauchbildung. Zum Vergleich der Cnidengrösse mit 115, Volumverminderung bei S-Fixirung.

117—120. Vorreifestadien. 117, 119, 120 F, IV 5. 118 L, ohne Zeichenapparat.

121—123. F. Wanderstadien. 121 GV, IV 5. 122, 123 IV 3.

124. F, IV 3. Reifestadium.

125—128. Wachsthums- und Vorreifestadien der grossen ellipsoiden Cniden. 125 S, GV, stellt Körnelung des Secrets dar. 126—128 L. Alle ohne Zeichenapparat.

Fig. 129, 130. Wachsthumsstadien der accessorischen Cniden von *Plutus cnideuporus,* Basalwulst.

129. L. Schlauchbildung.

130. E. Structurdarstellung der Propria. Die Verbindung mit dem Plasma gelöst, aber scharf markirt.

Fig. 131—149. Entwicklung der accessorischen Cniden von *Physophora hydrostatica,* Basalwulst.

131—138. F(O), CA, IV 5. Vor Schlauchanlage; Anlage des Secretstranges.

139—144. O, MGr — GV. Kapselkrümmung, Schlauchanlage. 140 ohne Zeichenapparat, die anderen IV 5. In 139 der Secretstrang eingezeichnet. 141—144 in der Zelle, 144 zeigt den Secretstrang im Schlauche.

145. O, MGr — GV, II $^{1}/_{12}$. Zeigt das Anwachsen des Secretstranges, der das Cnidarium schon fast ausfüllt.

146, 147. O. Secretanlage. 146 II $^{1}/_{12}$, Basalstück, 147 IV $^{1}/_{12}$, Endstück des Schlauches.

148. F(O), II 7. Verschiedenes Aussehen des Secretes im Schlauche.

149. F(O), IV 5. Sehr altes Wachsthumsstadium, kurz vor Einstülpung.

Fig. 150a u. b. *Ph. hydrostatica,* S, IV 5. Wachsthumsstadium der accessorischen Cniden; Secretdarstellung.

Fig. 150. *Forskalia ophiura,* KbE, IV 7. Anwachsender Secretstrang einer accessorischen Cnide, isolirt aus Basalwulst.

Fig. 151—167. Einstülpungsstadien, Basalwulst.

151, 152. *Plutus cnideuporus*, L. In 151 deutet die Pfeilspitze den Punkt an, bis zu welchem das Schlauchende in einer Viertelstunde eingezogen wurde. Ohne Zeichenapparat.

153—157. *Agalmopsis elegans.* 153—156 L, 157 E. Ohne Zeichenapparat.

158. *Forskalia hydrostatica,* L. Ohne Zeichenapparat.

159—164. *A. rubra,* Schnitte, O, MV, IV 7 (nur 164 IV $^1/_{12}$). 161, 162 sind die ersten, 163 der letzte Schnitt einer Querschnittserie durch eine Cnide.

165. *A. elegans,* Schnitt, F, CR, IV 7. Die Schlauchlänge aus vier Schnitten combinirt.

166, 167. *Ph. hydrostatica,* S. 166 ohne Zeichenapparat, 167 IV 5. In letzterer Figur Secret und Innenschlauch gezeichnet, im Innenschlauch wird die Stiletträgerspirale sichtbar.

Fig. 168—195. Vorreifestadien, Basalwulst.

168—173. *Ph. hydrostatica,* IV 5 (ausser 169, die ohne Zeichenapparat). 168—171 S; 172, 173 F. Ausbildung der Skeletträger und des Schlauches. Die Sklera nur in 171—173 dargestellt, in 168 die Propria eingezeichnet.

174. Desgleichen, S, ohne Zeichenapparat. Deckel von oben, die Ansatzstelle des Verbindungsstranges durchscheinend.

175, 176. Desgleichen, L, ohne Zeichenapparat. In 176 das Auftreten von Widerhaken des Fadens angedeutet.

177—179. *A. elegans,* E, ohne Zeichenapparat.

180—185. Desgleichen, L, ohne Zeichenapparat. Entwicklung der Stiletträger. In 185 b die Widerhaken des Fadens bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet.

186. *Plutus cnideuporus,* E, ohne Zeichenapparat. Die quere Fältelung der Stiletträger erscheint als Körnelung.

187. *F. ophiura,* E, ohne Zeichenapparat. Blick von oben auf die Oeffnung des Cnidariums; man erkennt den dreischenkligen Querschnitt des Basalstücks.

188—190. *A. elegans,* S. 188 ohne Zeichenapparat, 189 IV 5. In letzterer Figur die Widerhaken des Fadens eingezeichnet. 190 ist das Schema von 189.

191—195. *A. rubra,* Schnitte, O, MV, IV $^1/_{12}$. Entwicklung des Schlauches, des Deckels und des Vacuums.

Fig. 196—199. Reifestadien, junge Nesselknöpfe.

196. *A. rubra*, Schnitt, F, MV. Cnide quer, zeigt den dreischenkligen Querschnitt des Basalstücks.

197 a u. b, 198. *A. elegans,* F. 197 a u. b ohne Zeichenapparat, sind dieselben Cniden wie in Fig. 123 u. 124. 199 IV $^1/_{12}$.

199 a u. b. *F. ophiura,* KbE, IV 7. Bei a fehlen Sklera und Deckel.

Fig. 200—209. Ruhende accessorische Cniden von *Physophora hydrostatica.*

200. OE, IV 5. Cnide schräg von links und ventral gesehen. Faden nicht dargestellt. cn str = Cnidocilstreifen.

201. OE, IV 5. Cnide schräg von rechts und dorsal gesehen.

202, 203. OE, IV $^1/_{12}$. Vorderer Theil der Cnide von verschiedenen Seiten gesehen. cn str = Cnidocilstreifen, v = Vacuum.

204, 205. OE, ohne Zeichenapparat. Vorderer Theil von Cniden, die hinten verletzt sind. Der Vacuumraum durch Erweiterung des Basalstücks gegen dieses hin eröffnet. In 205 der Deckel gelockert.

206. F, IV $^1/_{12}$. Vorderer Theil einer Cnide, die durch Druck geplatzt. Zur scharfen Darstellung der Structuren.

207. S. IV 7. Vorderer Theil einer verletzten Cnide. Die Sklera ist am Deckel geplatzt, die Kapselpropria weit abgehoben.

208. F, IV $^1/_{12}$. Vorderer Theil mit Deckplatte und gefältelter Membran.

209. F, ohne Zeichenapparat. Blick von oben auf die gefältelte Membran (vorn abgeschnitten dargestellt), Deckplatte und Schlitz. Ende des Cnidocilstreifens angedeutet.

Fig. 210—213. Entladene accessorische Cniden von *Physophora hydrostatica.*

210, 211, 211 a, OE, IV $^1/_{12}$. Vorderes Kapselende, mit oder ohne anhaftendem Deckel, Schlauch abgerissen. cn str = Cnidocilstreifen (Reste).

212. OE, IV 5. Halbentladene Cnide.

213. F, IV 5. Vorderes Kapselende mit Basalstück des Schlauches. Stilets nur an einem Stiletträger eingezeichnet.

Fig. 214, 215. Ruhende säbelförmige Cniden von *Ph. hydrostatica.*

214. OE, IV $^1/_{12}$. Vorderer Cnidentheil von rechts. cn str = Cnidocilstreifen.

215. OE, IV $^1/_{12}$. Cnide von links, fast völlig dargestellt. Die Widerhaken des Fadens angedeutet.

Fig. 216, 217. Entladene säbelförmige Cniden von *Ph. hydrostatica.*

216. OE, IV $^1/_{12}$. Kapsel von ventral und ein wenig links gesehen. Deckel anhaftend.

217. F, IV 5. Kapsel von links gesehen, mit Basalstück des Schlauches, Deckel und Resten des Entladungsapparates.

Fig. 218—224. *Forskalia ophiura,* Ruhestadium und Entladung. Ohne Zeichenapparat.

218. L. Stück eines optischen Querschnittes vom Nesselknopf, zur Darstellung der Cnidocils und Wimpern. Ganz peripher, zwischen den Drüsennäpfchen eine winzige Cnide mit relativ riesigem Cnidocil; rechts ein Secrettropfen ausgetreten.

219—221. E. Accessorische Cniden oder Theile davon, zur Darstellung des konischen Aufsatzes. 221 entladen.

222—224. E. Säbelförmige Cniden, mit Entladungsapparat. Verschiedene Ansichten. Einige anheftende Gitterfasern gezeichnet.

Fig. 225—231. *Agalmopsis elegans,* ruhende und entladene Cniden von den Nesselknöpfen.

225—229. Accessorische Cniden. 225, 226 vordere Abschnitte mit konischem Aufsatz, 225 L, 226 F. 227 Theil einer entladenen Cnide, L. 228 Deckel, 229 Endstück des ausgestülpten Schlauches mit nur noch wenigen anheftenden Dörnchen.

230, 231. Säbelförmige Cniden, L. Vordere Abschnitte mit Entladungsapparat. In 231 das benachbarte Drüsennäpfchen ansitzend.

Fig. 232. *A. rubra,* L. Säbelförmige Cnide vom Nesselknopf, vorderer Theil mit Entladungsapparat.

Fig. 233. *A. elegans,* vorderes Tasterende mit Cniden.

Fig. 234—241. Desgleichen, Ruhende Cniden vom Tasterende.

234—239. F. Verschiedene Ansichten des vorderen Abschnittes sammt Entladungsapparat. 235, 236 von links, 234, 239 von ventral, 237, 238 von rechts. 238, 239 mit MBl gefärbt.

238. L. Ausmündung des Innenraums des Aufsatzes gegen aussen deutlich.

241 a, b, c. L. Ablösung des Cnidocils.

Fig. 242, 243. *Ph. hydrostatica,* Cniden vom Tasterende eines jungen Thieres. Vorderes Ende mit Entladungsapparat. 242 L, 243 E.

Fig. 244, 245. *Athorybia rosacea,* Cniden vom Tasterende, L. Vorderes Ende mit Entladungsapparat.

Fig. 246, 247. *A. elegans,* Cniden vom Tasterende entladen, L. Vorderes Ende mit Theil des Basalstücks, mit Deckel und Resten des Entladungsapparates.

Fig. 248, 249. *A. elegans,* ruhende säbelförmige Cniden vom Nesselknopf, mit Helm, Gitterfasern und kammartig gestellten seitlichen Fäden, die wohl zur Verfestigung der Cnide in der Zelle dienen.

Fig. 250. *A. elegans,* Stück eines ausgestülpten Schlauches der accessorischen Cniden. Mit Innenschlauch.

Fig. 251. *Rosacea cymbiformis,* IV 7. Stück des Endfadens der Nesselknöpfe, um Form u. a. der stäbchen- und birnenförmigen Cniden zu zeigen. Die ersteren ohne Cnidocils.

Fig. 252, 253. *Athorybia rosacea,* F. Entladene Tastercniden. 252 vollständige Cnide mit theilweise umgestülptem Schlauche, IV 5. 253 vorderer Kapsel- und glatter Basalstücktheil, mit anhaftendem Deckel, Entladungsapparat, Plasmamantel, Resten ungequollenen Secretes in Kapsel.

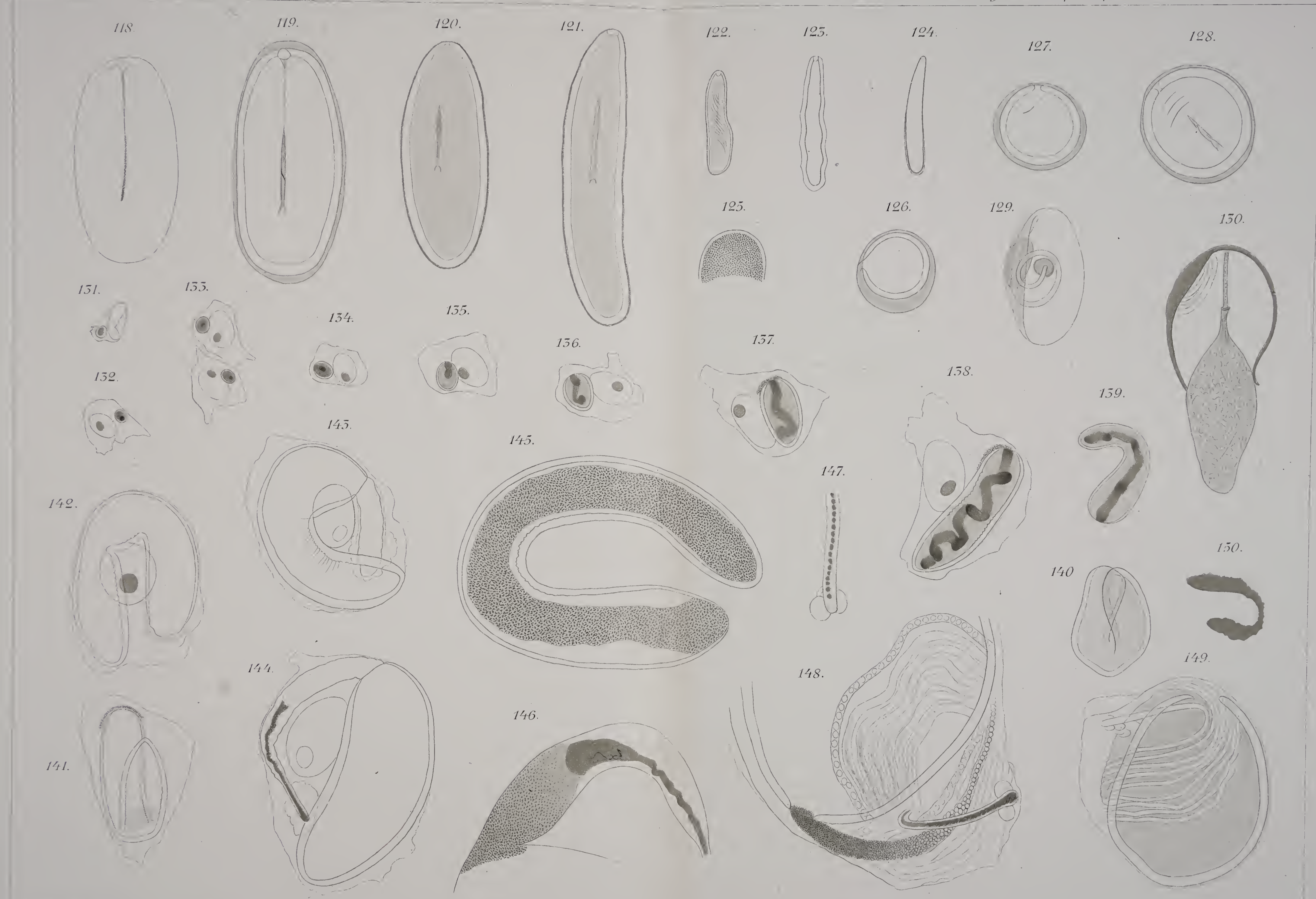
Fig. 254. *Athorybia rosacea,* F, IV 5. Zum Vergleich der Grösse mit Fig. 252.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.


Sch Bl
UKn
Kr
St
NKn
a.cn
Gl Kn
d Kn Kr
F
Stiel
Gr.W
B
P
T



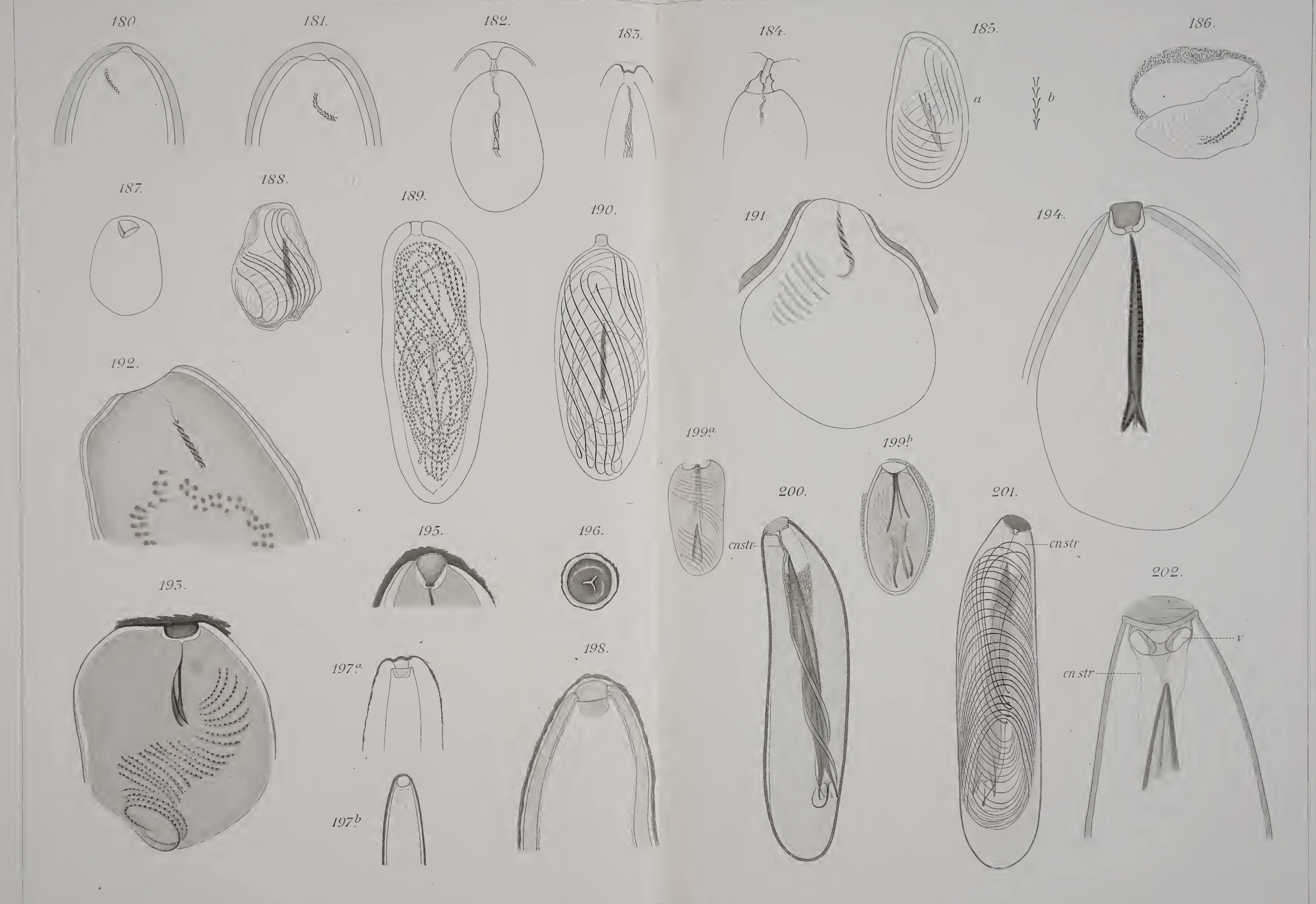
Schneider del.
Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien.
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.


118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
127.
128.
125.
126.
129.
130.
131.
133.
134.
135.
136.
137.
138.
132.
139.
143.
145.
147.
142.
140
150.
144.
148.
149.
146.
141.



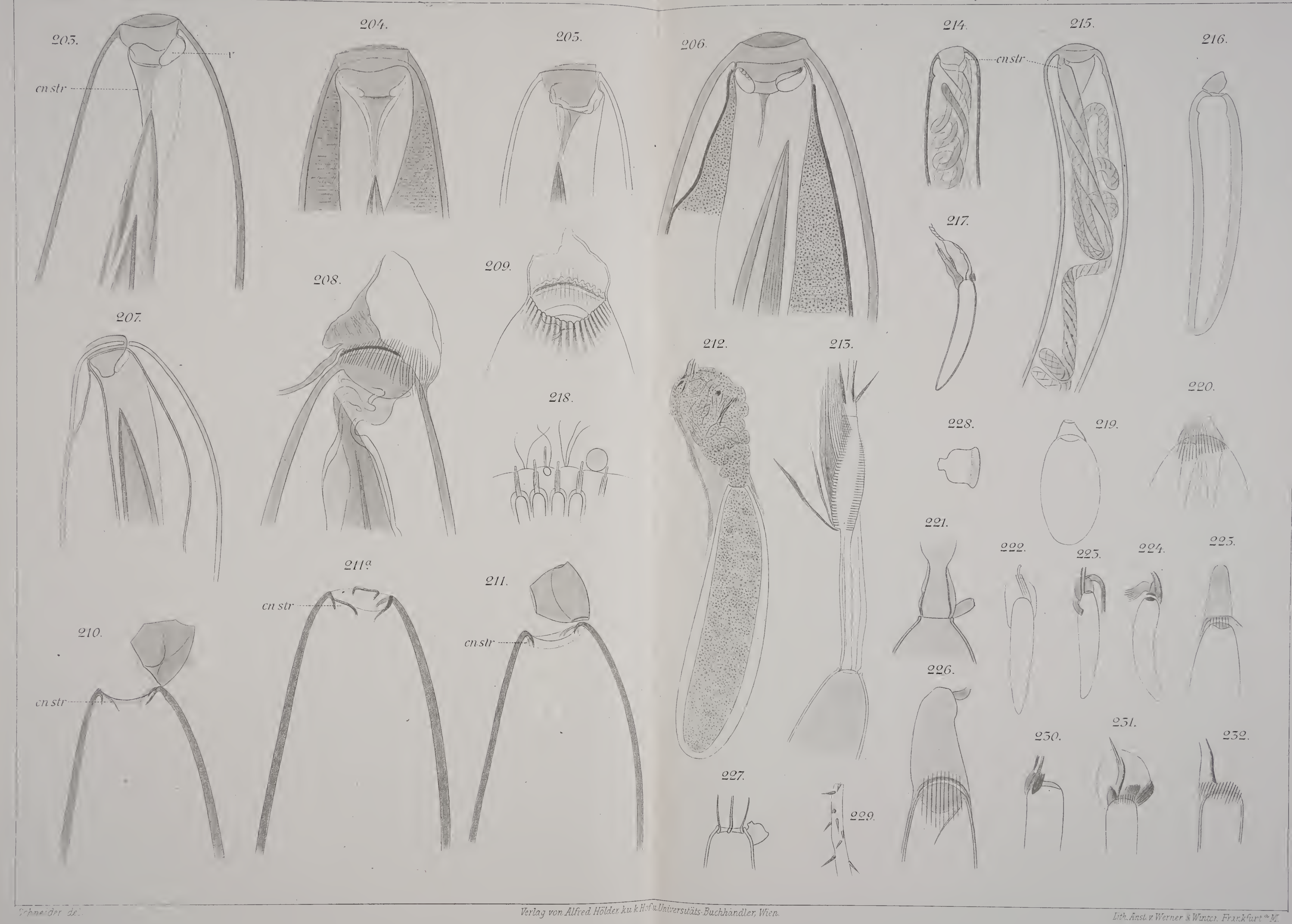
Verlag v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien.





Schneider. del.
Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien.
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

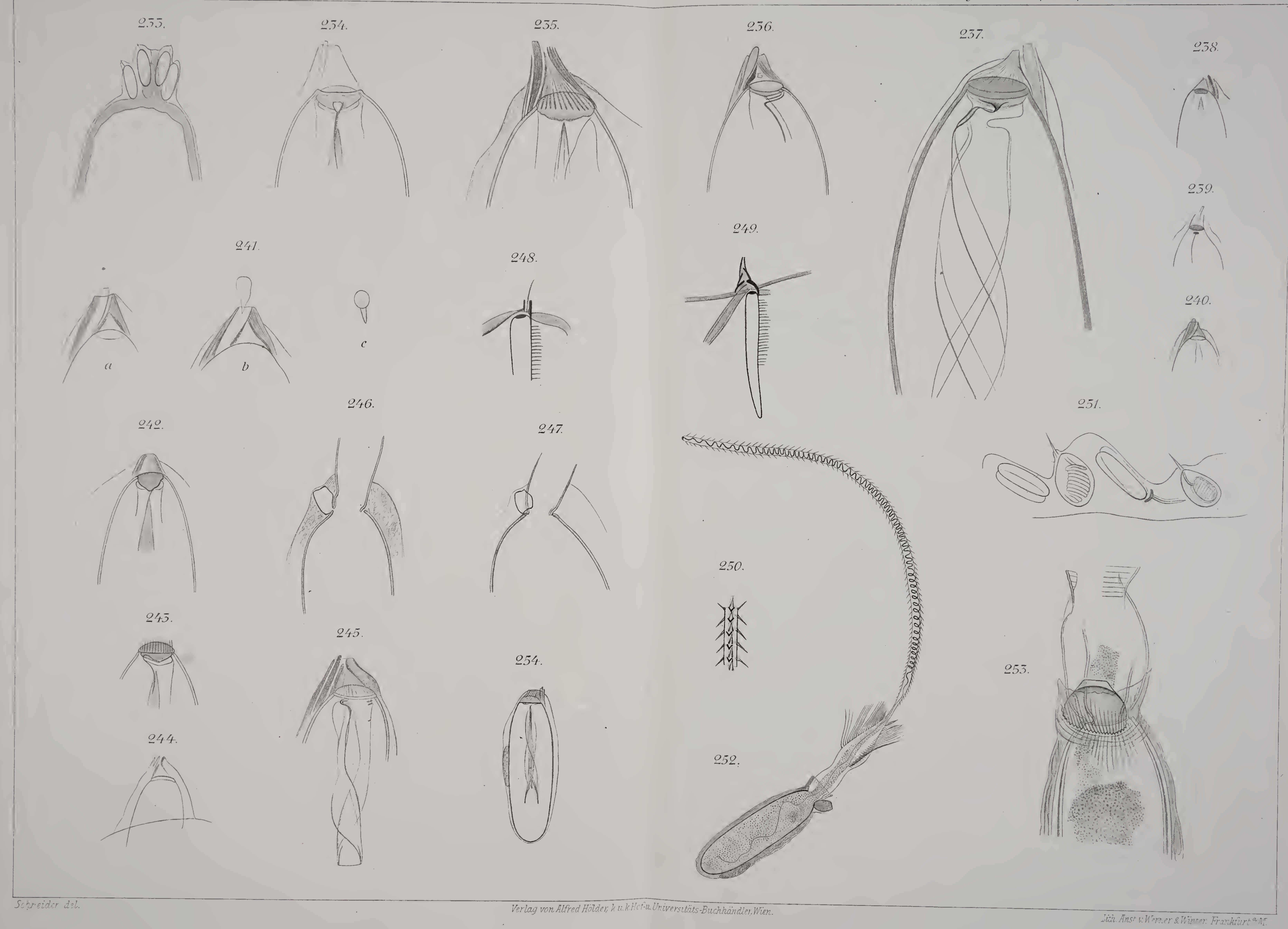




Schneider del.

Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof u. Universitäts-Buchhändler, Wien.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.


233.
234.
235.
236.
237.
238.
239.
240.
241.
a
b
c
242.
243.
244.
245.
246.
247.
248.
249.
250.
251.
252.
253.
254.

Inhalt.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

ARBEITEN

AUS DEN

ZOOLOGISCHEN INSTITUTEN

DER

UNIVERSITÄT WIEN

UND DER

ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

BEGRÜNDET VON

CARL CLAUS

FORTGEFÜHRT VON

DR. KARL GROBBEN
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES I. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

UND

DR. BERTHOLD HATSCHEK
O. Ö. PROFESSOR
UND VORSTAND DES II. ZOOLOG. INSTITUTES
AN DER UNIVERSITÄT WIEN

TOM. XII, III. Heft.

Mit 7 Tafeln.

WIEN 1900.

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in **Wien**,
I., Rothenthurmstrasse 15.

Früher sind erschienen:

Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Herausgegeben von

Dr. C. Claus,

o. ö. Professor der Universität und Vorstand des zoologisch-vergl.-anatomischen Institutes in Wien, Director der zoologischen Station in Triest.

I.	Band,	3 Hefte	mit	33 Tafeln	Preis	44 M.	— Pf.
II.	„	3 „	„	23 Tafeln und 2 Holzschnitten	„	40 „	— „
III.	„	3 „	„	25 Tafeln und 2 Holzschnitten	„	43 „	60 „
IV.	„	3 „	„	33 Tafeln und 4 Holzschnitten	„	52 „	40 „
V.	„	3 „	„	31 Tafeln und 4 Holzschnitten	„	51 „	20 „
VI.	„	3 „	„	35 Tafeln	„	56 „	— „
VII.	„	3 „	„	29 Tafeln, 4 Zinkographien u. 7 Holzschn.	„	54 „	40 „
VIII.	„	3 „	„	30 Tafeln und 4 Holzschnitten	„	67 „	60 „
IX.	„	3 „	„	21 Tafeln	„	58 „	40 „
X.	„	3 „	„	37 Tafeln und 4 Holzschnitten	„	85 „	20 „
XI.	„	1. Heft	„	8 Tafeln	„	18 „	— „

Arbeiten aus den Zoologischen Instituten der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest.

Begründet von

Dr. C. Claus,

fortgeführt von

Dr. Karl Grobben
o. ö. Professor und Vorstand des I. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

und

Dr. Berthold Hatschek
o. ö. Professor und Vorstand des II. Zoologischen Institutes an der Universität Wien.

XI.	Band,	2. Heft	mit	11 Tafeln und 2 Textfiguren	Preis	26 M.	50 Pf.
XI.	„	3. „	„	einem Portrait, 8 Tafeln und 9 Textfiguren	„	23 „	20 „
XII.	„	1. „	„	8 Tafeln und 10 Textfiguren	„	22 „	20 „
XII.	„	2. „	„	8 Tafeln und 2 Textfiguren	„	24 „	— „

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in **Wien**,
I., Rothenthurmstrasse 15.

Protozoenstudien II.

Von

S. Prowazek.

(Mit 2 Tafeln.)

In den nachfolgenden Zeilen sollen einerseits einige Beobachtungen an Protozoen, die innerhalb eines nahezu zweijährigen Zeitraumes gelegentlich gemacht wurden, mitgetheilt werden, andererseits sollen aber Erscheinungen geschildert werden, die weiter lückenlos zu verfolgen trotz aller Bemühungen nicht gelang, die mir aber schon in dieser Gestalt einer Mittheilung werth erscheinen.

I. Beitrag zur Fortpflanzung der Rhizopoden.

Obzwar sehr reiche Culturen von *Amoeba verrucosa Ehrb.* *Amoeba terricola Greeff, Dactylosphaerium radiosum Ehrb.,* sowie *Amoeba guttula (var.)*, von den Testaceen ferner *Cochliopodium bilimbosum*, *Arcella vulgaris, Difflugia globulosa* und *elegans, Nebela collaris Leidy* und *bohemica Tar.*, *Euglypha alveolata Duj.* und *compressa Cart.* sowie *Trinema enchelys Ehrb.* und *Cyphoderia* durch lange Zeit hindurch fast täglich untersucht und Perioden lebhafter Theilungs- und Vermehrungsthätigkeit nachgewiesen wurden, konnten nur wenige sichere Conjugations- oder vielmehr Copulationsvorgänge ausser gewöhnlichen Plastogamien beobachtet werden.

Die *Euglypha alv.* theilte sich in den Culturgefässen sehr häufig, wobei auf einem Stadium des Processes das Plasma sehr deutlich schaumig alveolar ausgebildet war und in den einzelnen Plasmakanten kleine, etwas lichtbrechende, olivengelbliche, helle Körnchen suspendirt waren, in oder an den weiteren Wänden oder Netzbalken aber noch feinere punktartige Mikrogranula sich entwickelt hatte;

der übrige Vorgang verläuft im ganzen derart, wie er von Gruber und Schewiakoff[1]) geschildert wurde. Nach der Theilung, sobald sich der Kern, dessen äussere Membrancontour sodann fein punktirt unterbrochen erscheint, abrundete, bemerkt man in ihm an lebenden Thieren zweierlei Arten von Kügelchen oder Körnchen, und zwar matte dunklere, grössere und helle kleine, die etwas Molecularbewegungen ausführen; die ersteren scheinen zusammentretend, das „Kernkörperchen" zu bilden. Nicht immer war aber ein Kernkörperchen, sondern auch 2—3 etwas längliche oder ovale Körper vorhanden, die zu gewissen Zeiten Gestaltsveränderungen auszuführen schienen; E. Schulze[2]) beobachtete ebenfalls 2—3 Kernkörperchen. Sobald die von Gruber schon mitgetheilte Cyclose in den beiden getheilten Individuen eintrat, pulsirten die beiden Vacuolen in 90 Secunden, aber in einem ungleichen Turnus; die Bewegung der Körnchen dauerte eine längere Zeit, doch stellten sich auch Unregelmässigkeiten und gewissermassen Unterbrechungen derselben ein; später sammelten sich die Körnchen immer mehr und mehr in dem oberen Zellleibtheile an, wogegen nur längst der beiden Pylomwände sich ein Hin- und Herströmen des Plasmas vollzog; sodann wurde im unteren Theile das Plasma wieder mehr und grösser alveolar, wobei an der Verbindungstelle mehrere Alveolen zusammenfliessend ihre Wände zum Reissen brachten, so dass schliesslich die beiden Protisten nur durch feine Plasmafädchen, die später auch zerrissen wurden, verbunden waren. — Bei einer anderen *Euglyphaspecies* verläuft der Theilungsvorgang in analoger Weise; an der charakteristischen Cyclose betheiligen sich in erster Linie ganz runde, etwas lichtbrechende weissliche Granulationen von verschiedener Grösse, im Plasma findet man ausserdem eine feine Körnelung, die Stoffwechselreste verharren dagegen vornehmlich im Mutterthier, um später ausgestossen zu werden; bemerkenswerth ist es, dass einzelne Granulationen an besonderen Stellen auffallend lebhafte Molecularbewegungen ausführen. Die Vacuole pulsirte in dem etwas unregelmässigen Turnus von 80—90 Secunden. Nach der Theilung änderte sich etwas die plasmatische Consistenz in den Thieren insofern, als eine Art von deutlichen Beugungskreisen um die einzelnen Granulationen sich ausbildete.

[1]) A. Gruber, Der Theilungsvorgang b. Euglypha alv. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV, pag. 431 und Theilung d. monothal. Rhizopoden, dieselbe Zeitschrift, Bd. XXXVI, pag. 104. — Schewiakoff W., Ueber die karyokinet. Kerntheil. d. Euglypha alv. Morph. Jahrb. Bd. XIII, 1887, pag. 193—258.

[2]) E. Schulze, Rhizopoden-Stud. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XI, 1875.

Häufig kamen Plastogamien zur Untersuchung, die sicherlich, da die eigentliche Copulation so selten einzutreten scheint, für die Testaceen von hoher Bedeutung sind; die Stadien kann man von eventuellen Theilungszuständen durch folgende Merkmale unterscheiden: das Plasma ist viel dichter und nicht so hell wie bei den Theilindividuen; in den beiden Schalen kommt ferner im oberen Theil des Zellleibes das Schalenplättchenmaterial vor, die inneren Einschlüsse sind in plastogamen Thieren in eigenartiger Weise angehäuft und die Plättchen der Schale junger Individuen sind schliesslich nicht so dicht und längsgerichtet angeordnet, auch schimmert zwischen ihnen zumeist eine Art vom röthlichen Spaltraum durch.

An zwei anfangs blos plastogam erscheinenden Individuen wurden nun folgende weitere Vorgänge beobachtet:

I. Um die beiden Kerne schien das Plasma matter zu sein, dann folgte eine compactere Zone, der nach aussenhin wieder undeutlich werdend sich eine Schichte anschloss, die feinste, helle, mässig lichtbrechende Granulationskörperchen enthielt; langsam sammelten sich die Nahrungstheile sowie Detrituskrümelchen im Zellleibe zusammen und wanderten pylomwärts, sich hier ballenförmig anhäufend; nach $4^1/_2$ Stunden war das Plasma fast gesäubert und bei der Schalenöffnung befand sich beiderseits ein ziemlich grosser, bräunlicher, nach innen unregelmässig abgegrenzter Pfropf, der nach einem seitlichen Auseinanderdrängen der Schalen nach aussen vom Plasma verdrängt wurde. Bald wurde auch die bräunliche Zone — gebildet von rundlichen oder länglichen Körperchen — unterhalb des Kernes durchbrochen und die Körnchen wurden gleich den nicht zahlreichen Schalenplättchen im Inneren des Zellleibes zerstreut. Nach ungefähr 5stündiger Beobachtung zeigte das Plasma vornehmlich im unteren Theile eine sehr deutliche alveolarschaumige Structur, deren Bläschen sich ungefähr in der folgenden halben Stunde noch fortwährend etwas vergrösserten. Während dieser Vorgänge wanderte besonders der Kern des einen Individuums ziemlich weit vor; die Binnenkörperchen waren in ihm nicht gut zu erkennen (in dem einen 1, im anderen 2); die äussere Kerncontour schien punktirt zu sein und oben wurden 2 Vacuolen sichtbar. Nach $6^1/_2$ Stunden boten die Thiere das Bild von Fig. 1, *b*. Leider wurde das Präparat durch einen unglücklichen Zufall später verdorben. Nach längerem Suchen fand ich ein zweitesmal Thiere in der Copulation, die aber schon so weit vorgeschritten war, dass die eine Schale fast ganz ent-

leert war, während in der anderen die beiden Kerne einander stetig näherrückend, schliesslich plattgedrückt aneinander gelagert waren (Fig. 1, *c*). Das Plasma war nun viel dichter und körnchenreich; die bräunlichen Körnchen lagen in ihm noch allenthalben zerstreut, ordneten sich aber besonders kernwärts oben zu einer Zone an. Seitlich unterhalb dieser sich erst nach und nach bildenden Zone war eine sehr langsam pulsirende Vacuole, neben der eine Zeitlang noch ein Bläschen beobachtet wurde. In beiden Kernen waren 3 Binnenkörper, die ziemlich gut sichtbar waren, und um die herum man noch mit Mühe eine hauchartige unregelmässige Structur unterscheiden konnte. Der untere Kern wurde durch das vordrängende Plasma um 12 Uhr (Beobachtung begann $10^1/_4$ Uhr vormittags) gegen den oberen angedrückt und zeigte seitlich für eine Zeitlang eine eigenthümliche Einbuchtung (Fig. 1, *d*), als ob er an ein fädiges oder balkenartiges Structurelement des Plasmas stark angepresst wäre — dieses wiederholte sich noch einmal. Gegen 1 Uhr formirte sich die Körnchenzone mehr halbkreisförmig um die Kerne, ja einzelne Körnchen verdeckten sogar zeitweise den unteren Kern. Von nun an veränderten deutlich die Binnenkörperchen ihre gegenseitige Lage; der untere Kern wurde gegen den oberen dicht angedrückt, so dass er eine Art von Delle erhielt; die äussere Kerncontour war undeutlich punktirt und man konnte sie zwischen den beiden angepressten Kernen nur mehr an 2 Stellen beobachten (Fig. 1, *e*). Um 3 Uhr 15 Minuten waren die Binnenkörper des oberen Kernes besonders scharf umrandet und um 4 Uhr 15 Minuten zeigten die unteren Binnenkörperchen einen zackigen, nicht deutlich umschriebenen Umriss; später gestalteten sie sich noch mehr amöboid und ordneten sich mehr in einer Linie an; das Plasma hob sich etwas von der Schale ab; um 4 Uhr 50 Minuten nachmittags war seitlich die Kernmembran an einer Stelle nur mehr in der Art eines zarten Striches ausgebildet; es begann nun die eigentliche Verschmelzung. Die weiteren Vorgänge wage ich nicht mehr als normal anzusprechen, da nach 5 Uhr nachmittags das Thier abstarb (wahrscheinlich infolge der Wärme und der unausgesetzten Belichtung von Seite des Glühkörpers).

Ein anderesmal wurde eine Reductionstheilung an einer *Euglypha alveolata* in ihrem letzten Stadium, da sich das Plasma von dem Theilkern trennte und dieser in der etwas kleineren Schale zurückblieb, beobachtet. Diese würde also der oben geschilderten Copulation vorausgehen. Später fand ich öfters leere Schalen mit

einem hellen gelblichen Körperchen am Grunde, das ich für den abgestorbenen Kerntheil eines Reductionstheilstückes ansprechen würde.

Den ganzen Reductionsvorgang beschrieb BLOCHMANN[1]) für die *Euglypha alveolata*. Derselbe konnte sodann auch für die *Nebela collaris Leidy* constatirt werden; hier bildete ein Thier (Fig. 3, im oberen Theile ist die Schalenstructur angedeutet), dessen Plasma infolge der schon von TARÁNEK beobachteten grösseren lichtbrechenden Kügelchen, sowie Nahrungstheilen undurchsichtig war, eine neue kleinere Tochterschale aus, in die bald ein Kerntheil einwanderte, doch zog sich später das Plasma zurück und der Kern blieb als ein rundes geronnenes Kügelchen nebst einer Plasmaportion und Excretkörperchen (die später auch, sobald das Plasma zerfloss, aus der Schale heraustraten) in der Tochterschale zurück. Das Mutterthier kroch losgelöst über die leere Schale ziemlich rasch fort und stiess bald darauf auch etwas von den Nahrungsresten aus.

Von der *Trinema enchelys Ehrb.*, die häufig im Waldmoos vorkommt[2]) und nicht selten variirt, kamen mir oft Theilungsstadien zu Gesicht; in das Tochterindividuum wird zuerst ganz helles Plasma vorgestossen, das kleine Glanzgranula und Hyalogranula neben grösseren matten eigenartigen Körpern enthielt. Die Spindelbildung vollzieht sich ziemlich rasch, die Spindeln sind gross, doch nicht so deutlich wie bei Euglypha den Angaben SCHEWIAKOFF's zufolge, ausgebildet; von den Centrosomen, die auch hier vorhanden sind, konnte ich kein klares Bild erhalten (Fig. 14).

---

[1]) BLOCHMANN, Morph. Jahrbuch. Bd. XIII, 1888, pag. 173—183.

[2]) Man findet im Moos, besonders in *Hypnum*-Arten aber auch *Polystrichum* und natürlicherweise *Sphagnum*, vornehmlich aber in Moosrasen der Waldbestände, bei denen das Regenwasser zwischen den etagenartig gestellten Blattbüscheln sich lange Zeit hält, die mannigfachsten Formen; es seien hier nur nebenbei, abgesehen von einer grösseren Ciliate, die anderwärts beschrieben werden soll, folgende Formen genannt: *Amoeba verrucosa, terricola*, eine *limaxartige Amoeba, Dactylosphaerium rad., Cochliopodium, Pseudochlamis, Hyalosphaenia elegans Leidy, Difflugia cassis Wallich, D. globulosa Duj. Nebela collaris, bohemica, Euglypha compressa, Eu. alveolata, Assulina semilunum Ehrb., Trinema enchelys, Platoum steceoreum, Gromia terricola Leidy, Ciliophrys, Oicomonas termo Ehrb., Monas vivipara, Cercomonas longicauda Duj., Coelomonas grandis Ehrb.* Eine *Monosform* mit schleimiger Körnchenhülle, ein *Choanoflagellate, Polytoma uvella Ehrb., Spathidium spatula, Loxodes rostrum, Chilodon uncinatus Ehrb., Colpoda cucculus, Uronema, Cinetochilum margaritaceum Ehrb., Balantiophorus minutus Schew.* Eine *Metopusform*, eine *Enchelys, Oxytricha pelionella*, verschiedene *Holostichaformen, Gonostomum affine Stein, Cyclidium glaucoma* etc. etc.

Die Spindelfasern erscheinen stellenweise ziemlich dick und sind dann in ihrem Verlaufe matt gekörnelt, von den Kernschleifen konnte ich, wie es auch in der Zeichnung genauer angegeben wurde, circa 14 zählen, sie bestehen aus einzelnen grösseren, aber auch feineren Körnchen. In dem Mutterthier, vornehmlich aber in dessen unteren Zellkörperpartie waren zahlreichere olivengrüne, ziemlich grosse Körnchen, die central einen dunkleren Punkt besassen, angesammelt; sobald die Spindel etwas weiter ausgebildet war, rückten diese zum Theil seitlich etwas über sie hinauf oder wanderten zum Theil in das Tochterthier ein. Die Cyclose ist unregelmässig und zerfällt mehr in einzelne Wirbel. Nach der Theilung der Spindel pulsirte die Vacuole im Tochterthier in 30 Secunden, im Mutterthier in 40 Secunden und darüber; die lichten Körnchen, die doch in grösserer Zahl in dem ein wenig grösseren Mutterthier verblieben, formirten nach und nach die bekannte Zone unterhalb des Kernes; erst jetzt erschien im unteren Theile das Plasma deutlicher alveolar und die Thiere trennten sich später, worauf sich das Plasma seitlich von den Schalen etwas zurückzog. Bei der schönen grösseren *Euglypha compressa* beginnt die Einwanderung der excretartigen Körnchen auch erst mit der Spindelbildung, wobei auch diese auf einem späteren Stadium, vor der Spindel gleichsam zurückweichend und ihr freie Bahn lassend, dieser in den Rücken treten; die Vacuole des Mutterthieres pulsirt dabei etwas unregelmässig meist in 2 Minuten 50 Secunden, später entstehen im Mutterthier 2 Vacuolen, die schon in einem ungleichen Turnus sich entleeren; die eine pulsirte in 1 Minute 50 Secunden, entleerte sich aber, von der vordringenden Spindel in die Höhe gedrängt, später in 50 Secunden, wogegen die andere in den Zwischenpausen pulsirte und langsam in die Tochterschale einwanderte.

Copulationsstatien der Trinema wurden von mir 2mal beobachtet; einmal rückten die rundlichen Kerne, die etwas körniger erschienen und sich schwach färbten, einander entgegen, und man konnte im Plasma eine deutliche cyklische Bewegung wahrnehmen, ein anderesmal verband die beiden Plasmakörper ein heller Strang, gegen dessen Peripherie etwas lichtbrechende, gelbliche, meist längliche Körnchen gedrängt waren, während in seinem Lumen sich Strömungsbewegungen vollzogen; auch gegen die Plasmaverbindung zu konnten im Inneren der Zellkörper Körnchenströmungen nachgewiesen werden. Innen befanden sich punktförmige Mikrogranula und gelbliche Excretkörnchen. Nach ungefähr einer Stunde, da frisches Wasser zugesetzt wurde, zertheilte sich zwar der brückenartige

Verbindungstrang, aber den nächsten Tag nach ungefähr 19 Stunden war die Verbindung wieder hergestellt, zu ihr gesellte sich jedoch noch eine neue Plasmabrücke, gegen deren Lumen inzwischen die Kerne sehr stark zugewandert waren; leider starben die Thiere später ab, die Zeichnung wurde bald nach dem Absterben der Syzygie angefertigt (Fig. 2).

Weitere Copulationsvorgänge wurden nicht mit Sicherheit beobachtet. Gegen Ende October und im November zeigten einige von den vielen untersuchten *Nebelen*, vornehmlich aber *Euglyphen*, und zwar sowohl die *alveolata* als auch *compressa* folgendes Phänomen: In der *Nebella* erschienen sieben und mehr rundliche deutlich umrissene Körper mit nicht sehr wasserreichem Plasma, die gegen die Peripherie etwas gekörnelt waren, daneben fand man in dem vom abgestorbenen Plasma noch erfüllten Hohlraum der Schale gelbliche, lichtbrechende Excretkörnchen, hie und da, oft aber besonders an einer Stelle, die während des Lebens vielleicht von einer Vacuole umhüllt war, Schalenplättchen, die nicht selten auch in eigener Weise die Körper selbst umlagerten. Einzelne Nahrungsballen lagen innen vor der Pylomöffnung; in einem Falle waren auch nur 2 derartige deutlicher structurirte Körper ausgebildet. Einmal fand ich sogar 2 von diesen plasmatischen Körpern, die ich sowohl hinsichtlich ihrer Beschaffenheit, als auch der Umstände, unter denen sie vorkamen, für Schwärmer und Fortpflanzungskörper der Testaceen halten möchte, vor der Pylomöffnung, während noch andere die schützende Schalenwand umschloss; durch Culturen konnte ich mich nicht direct von der Richtigkeit der Annahme überzeugen, da die kleinen Körper leicht in dem Culturtropfen verloren gingen und die Sache sich stets nicht ganz einwandsfrei gestaltete; was mit Absicht nicht gelang, vollzog aber ein Zufall, denn gelegentlich, nachdem meine Culturen mehrmals befeuchtet, wieder ausgetrocknet waren, bildeten sich unter den so ungünstigen Umständen in der Schale direct aus den Schwarmkörpern *Nebelen* aus, von denen 2 — die eine von der Seitenansicht, die andere von oben in der Scheitelansicht — noch innerhalb der Mutterschale untersucht wurden; in ihrem Plasma vollzogen sich langsame Verschiebungen, ohne dass die Thiere sonstwie eine Lust zum Auskriechen gezeigt hätten. Viele Nahrungstheile und Detritusreste waren in der Schale oben angehäuft (Fig. 5).

Etwas Aehnliches wurde, wenn auch schon früher (Ende September) bei der *Euglypha* beobachtet, nur dass die Plättchen noch mehr in der Form von Bienenwaben um die Körper angeordnet waren,

die in der Mitte oft eine helle Stelle nach Art eines Bläschens mit innerer Verdichtung zeigten, während gegen die Peripherie zu feine Körnchen angesammelt waren. Bei einer grossen *Euglypha compressa*, deren Pylom 14 längliche, plötzlich in einen einwärtsgekehrten, selbst basalwärts gezähnten hackigen Zahn auslaufende, mit zwei Aussenriefen versehene Plättchen umstellten, wurden sogar 42 derartige Körper gezählt; die Schalenöffnung war mit einer bräunlichen Decke von Nahrungsresten verstopft. Durch Chromosmiumsäure conservirt, hob sich eine Art von undeutlicher Membran etwas ab, mit Boraxcarmin färbten sich in ihnen keine bestimmten Theile, wiewohl der Farbstoff durch 3 Tage auf dieselben einwirkte; doch könnte dies nicht verwundern, da auch Gruber eine schlechte Färbbarkeit von Arcellacysten betont und überhaupt nach meinen Erfahrungen sich die Kerne der Testaceen unter mancherlei Umständen nicht deutlich tingiren. Man könnte die besagten Körper für parasitär halten, doch scheinen dagegen folgende Gründe zu sprechen: Neben jenen *Euglyphen* und *Nebelen* kamen vollkommen normale Individuen, die sich auch theilten, in den Culturen vor (einerseits wurde Waldmoos mit destillierten, andererseits mit Brunnenwasser begossen), ferner stellten sich im Herbst die Erscheinungen ein, in den Thieren waren auch um die Körper die Plättchen in besonderer Weise im reichlichen Masse angeordnet, das Plasma schien mit den entwickelten Thieren übereinzustimmen und die Thiere schieden vordem zum Theil ihre Nahrungsreste in der Form einer Schutzdecke ab, zum Theil waren diese besonders gelagert, im Inneren fanden sich auch noch abgestossene Excretkörnchen, die auf eine frühere lebhafte und normale Assimilationsthätigkeit hinwiesen — vornehmlich spricht aber das Vorkommen von zwei jungen *Nebelen* mit contractiler Vacuole in der Mutterschale für die Natur dieser Körper als Fortpflanzungskörper. Bei einer *Trinema enchelys*, die genau Fig. 10*a* wiedergibt, war in der Mitte ein granulöser Restkörper und dann in der Schale selbst 7 „Embryonen“, deren Plasma in jeder Hinsicht dem der Trinema glich, ausgebildet; der Kern war matt, rundlich und nicht besonders deutlich entwickelt, im Plasma ruhte eine feine Granula neben grösseren lichtbrechenden Körnchen, von denen einzelne noch eine Art von centraler „Punkthöhlung“ besassen. Die amöboide Bewegung war äusserst langsam und träge; vor der Pylomöffnung, die eine körnige, glänzende Umrandung hat und zum Theil mit Nahrungsresten und Plättchenmaterial verstellt war, befanden sich noch weitere *„Embryonen“*, von denen einer schon ganz aussen gelagert

war; ich verfolgte sie längere Zeit, doch gingen sie später wegen ihrer Kleinheit in der Cultur verloren.

Bei der *Difflugia elegans Penard* waren wiederum in einer Cyste dieser schönen Testaceae selbst 4 Fortpflanzungskörper ausgebildet; der Kern schimmerte central als eine helle Stelle hindurch, wogegen das Plasma mit lichten Granulationen peripher erfüllt war (Fig. 8).

Das Gehäuse dieses Rhizopoden war zum grössten Theil aus Diatomeaen aufgebaut, die von einer hellen Kittsubstanz auch seitlich gewissermassen zum Theil übergossen erschienen (im geringeren Grade kommt dies auch bei der *Nebela* vor), ausserdem waren aber in diese gleichsam zur Füllung der Zwischenräume helle, kieselartige runde Plättchen eingetragen; in der verbindenden Masse selbst fanden sich rundliche, lichtbrechende, weingelbe Körnchen.

Ein merkwürdiges und etwas schwer zu erklärendes Stadium bietet uns Fig. 7 dar; hier trat nach einer Plastogamie, wie man aus den verbundenen Gehäusen zu schliessen wohl berechtigt ist, eine Encystirung ein, worauf später das eine grössere Individuum Schwärmer producirte oder selbst auskroch, denn die Cyste war bis auf wenige freie Körnchen leer und offen und eine Art von körnchenführendem Schleimpfad führte von ihrer Oeffnung zum Pylom. — Auch Doppelschalen, die vermuthlich auf Verschmelzungen zurückzuführen sind, wurden gefunden (Fig. 9).

Gerade in Bezug auf diese für die Fortpflanzung der Protozoen so wichtigen Vorgänge ist man sehr leicht Täuschungen ausgesetzt, indem man Parasiten für Schwarmstadien ansieht. Nicht selten wurden so in *Nebelen* und auch *Euglyphen* längliche ovale, inwendig ganz mit grösserer Granula erfüllte, von einer Art von Gallerthülle umgebene Körper gefunden — dies sind sicherlich Parasiten, die entweder schon den ganzen Testaceenzellleib vernichtet haben, oder eine *Euglypha* überfielen, die noch Zeit und Kraft genug zur Encystirung besass, und sie sich nun selbst neben der Cyste nach Art des *Achromatium oxaliferum* bewegen; mit der Perenyischen Flüssigkeit behandelt, lösten sich plötzlich die Einschlüsse ganz nach Art des *Achromatium oxaliferum*, das SCHEWIAKOFF beschrieb, und das auch bei Wien im alten Donauarm gefunden wurde; die Beschreibung dieses merkwürdigen Organismus, die SCHEWIAKOFF gab, konnte in allen Punkten, die zu prüfen die Gelegenheit sich darbot, bestätigt werden. — Die Parasiten der *Nebelen* und *Euglyphen* scheinen mit ihm verwandt zu sein.

Ausserdem kommen auch in Trinemen runde parasitäre Zellgebilde mit feiner Granulirung vor, die häufig in vier Segmente

sich theilend zerfallen; ein Kern wurde mit den Tinctionsmitteln nicht nachgewiesen (Fig. 15).

[In den folgenden Zeilen möge nun die Literatur über die früher schon beobachteten Fälle von Copulations- oder Conjugationserscheinungen bei den Testaceen besprochen werden:

Die ältere Literatur wird von DILLING in einer keine neuen Beobachtungen bringenden Schrift „Ueber verschiedene Arten der Fortpflanzung im Thierreich", Hamburg 1880, besprochen.

Plastogamien — diese Bezeichnung stammt von HARTOG, „Some Problems of Reproduction", Quart. Journ. microsc. Sci. 1892, Nr. 5, Vol. XXXIII, pag. 7 her — wurden öfters beobachtet, es sei nur nebenbei auf die Angaben von EHRENBERG, F. EILHARD SCHULZE, SCHLUMBERGER, ARCHER, BÜTSCHLI, BLOCHMANN, RHUMBLER u. a. m. hingewiesen. Eine Art von Copulation beschrieb T. JICKELI bei *Difflugia globulosa* (Zoolog. Anz., VII. Jahrg. 1884, pag. 449); da er jedoch angibt, dass die eine Schale durchsichtiger (also eine Art Tochterschale) war, so könnte man auch diesen Vorgang im Sinne BLOCHMANN's als eine Reductionstheilung, wobei der abgestorbene Kern noch von dem Plasma fortgezogen wurde, deuten. 1876 machte GABRIEL einige etwas unklar geschilderte Beobachtungen einer Art von Copulation des *Troglodytes zoster*; immerhin scheint aber die Angabe einer Verschmelzung der sogenannten Monostigmen von Beachtung zu sein (Morpholog. Jahrb. 1876, XXI). 1875 untersuchte BÜTSCHLI eine Conjugation der *Arcella vulgaris* Ehrb. (für welche Form früher COHN diesbezügliche Angaben machte), die nach etwa 30 Stunden mit der Bildung und Auswanderung von amöboiden mit Kern und Vacuole versehenen Schwärmern endete (Arch. f. mikr. Anat. XI. Bd., pag. 459, 1875). BUCK (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., XXX. Bd.), sowie CATTANEO (Intorno all'ontogenesi dell'arcella . . . Atti soc. ital. d. sc. nat. XXI) waren so glücklich, Sprösslinge, die sich zu Arcellen umbildeten, zu beobachten. Weitere Beobachtungen, aber auch wieder Beschreibungen vom wirklichen Parasitismus, lieferte A. GRUBER (Berichte d. nat. Ges. z. Freiburg, VI. Bd., pag. 459, 1892). 1888 schilderte BLOCHMANN die Reduction der *Euglypha alv.*, sowie eine nicht ganz verfolgte Copulation derselben Form, die nach ungefähr drei Tagen in der Ausbildung eines neues Thieres, das eine etwas grosse, unregelmässige Schale hatte, an deren Mündung die beiden Schalen vollständig leer angelagert waren, ihren Abschluss fand (Morph. Jahrb., XIII. Bd., pag. 173). 1890 machte VERWORN (Biolog.

Protisten-Stud. II, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. L. Bd.) Angaben über die Existenz und Verhalten von Mikronuclei der *Difflugia lobostoma* bei der Conjugation, die aber wahrscheinlich auf einem Irrthum beruhen.

Die eigentliche Kernwanderung beobachtete wohl nur L. Rhumbler 1896 (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., LXI. Bd., pag. 38) bei *Difflugia globulosa, Centropyxis* und konnte für *Cyphoderia* feststellen, dass ein aus der Theilung hervorgegangenes Individuum mit einem älteren conjugirte, das längere Zeit kein Tochterthier hat hervorknospen lassen. Im übrigen sei noch auf die interessanten Ausführungen desselben Autors im Biolog. Centralblatt, XVIII. Bd., 1., 2., 3. Heft, hingewiesen; Rhumbler macht auch auf die grosse Variabilität der Vorgänge aufmerksam. — Bezüglich der Fortpflanzungskörper oder, besser gesagt, der Sporen- und Schwärmerbildungen finden sich zahlreiche Angaben bei Carter (Notes of the fresh water infus. in the Island of Bomb. Ann. mag. n. h. sc. 2. S., Vol. XVIII u. XX, 1856 u. 1857, ferner dortselbst T. XIII u. XV, 1864), doch sind diese wohl in vielen Fällen unzuverlässlich, wie auch in weitgehender Weise Bütschli in Bronn's Classen u. Ord. auseinandersetzte.

Carter gibt für *Euglypha* an, dass in der Gegend des Nucleus sich zum Theil „Körnchenzellen“, zum Theil aber „eiähnliche Zellen“ hervorbilden sollen. 1895 beobachtete A. Jaworowski (Arch. f. Naturg., XXI. Jahrg., 1895 u. Kosmos 1892 [polnisch]) zwei Individuen von *Quadrula acolis,* die verbunden nebeneinander lagen, und zwar enthielt das kleinere Protoplasmaklümpchen, das grössere aber eine Encystirungskugel; er nimmt nun an, dass der Kern beim grösseren Thier in zwei Theile zerfiel, der eine in der Schale verblieb und den Kern der Encystirungskugel bildete, der andere Kerntheil sammt dem übrigen Plasma zu Schwärmsporen sich umbildete.

Auf die interessanten Fortpflanzungs- und Copulationserscheinungen der Foraminiferen, die F. Schaudinn entdeckt hat, sei hier nur im Vorübergehen aufmerksam gemacht (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., LIX Bd., 1895; Biolog. Centralbl. 1894, Vol. XIV; Sitzungsber. der Gesellschaft nat. Fr. zu Berlin, Jahrg. 1895, Nr. 10 und ibid. 1894, Nr. 1).]

Ueberblicken wir die Ergebnisse der Untersuchungen, so lässt sich in Kürze Folgendes über die Conjugation, beziehungsweise Copulation der Testaceen sagen: Es finden bei ihnen Perioden lebhafter Theilungsthätigkeit statt, die mit einer Art von Reductionstheilung, deren Product sich noch deutlich hier als ein abortives

Individuum documentirt, zumeist abschliesst *(Euglypha, Nebela)*; die Copulation tritt dann bald nach dieser Theilung ein. Der weitere eigentliche Copulationsvorgang unterliegt häufig Variationen, entweder bildet sich bald ein neues Individuum aus *(Euglypha)*, oder es treten Zwillingsbildungen wie bei *Pontigulasia spiralis* (Rhumbler) auf, oder es verschmelzen die Weichkörper zu Doppelschalen (*Diff. elegans, monstre double Penard,* Mem. de la soc. d. Phys. et l'hist. nat. d. Genève, XXXI. Bd., Nr. 2) zusammen etc. Zu gewissen Zeiten, besonders aber im Herbst, treten in den Schalen Schwarmstadien auf, die sich entweder draussen zu neuen Individuen umbilden *(Arcella vulgaris, Trinema, Euglypha* und wohl auch *Quadrula)* oder unter der Ungunst der Verhältnisse sich innen zu neuen Individuen entwickeln *(Nebela)*. Diese Fortpflanzungsart ist trotzdem nicht sehr häufig. — Häufiger als die Copulation, die man nur gelegentlich findet, stellt sich die Plastogamie ein, die auch bei den Foraminiferen constatirt wurde. — Die Testaceen sind wegen ihrer Gehäusebildung, ihres Aufenthaltsortes und ihrer geringen Beweglichkeit viel weniger Schädlichkeiten der Aussenwelt ausgesetzt; sie theilen sich auch in gleichmässiger Art am mitotischen Wege, und es ist so ein viel geringeres Bedürfniss für eine so weitgehende Correctur, wie sie in der Copulation uns entgegentritt, vorhanden.

Es sei hier zum Schlusse dieser Beobachtungen zweier gelegentlich gemachter Wahrnehmungen gedacht. Mehrmals wurden schon eigenartig eingeschnürte Individuen von *Amoeba verrucosa*, die in einer Art von Theilung begriffen zu sein schienen, beobachtet; so vermuthlich von Gruber und dann Rhumbler in seiner jüngsten Arbeit „Physik. Analyse u. Lebenserscheinungen der Zelle" Arch. f. Entwicklungsmech., VII. Bd., 1898. Einmal wurden nun in das scheinbare Theilindividuum einer derart eingeschnürten *Amoeba verrucosa* die zahlreichen Granulationen des Zellleibes gedrängt, die dann bei fortgesetzter Einschnürung dem katalytischen Einflusse des Kernes entzogen, matt, wenn auch schärfer umrissen erscheinen und eine gelbliche, krümelige Beschaffenheit annahmen; die stärkere äussere, homogen aussehende Hautdecke erhielt sich dagegen noch lange und erst nach 15 Minuten tauchten am Grunde der Einschnürung blasenartige Vorwölbungen auf, sie unterlag sodann erst einem äusserst langsamen Zerfliessungsprocess. Der Kern blieb bei dem ganzen Vorgang unverändert. Früher fand ich oft *Nebelen*, deren Weichkörper nur zu geringem Theile die Schale erfüllte und einmal war ich so glücklich, eine *Nebela* zu beobachten, die seitlich gegen

die Pylomöffnung einen sehr dunklen, mit Nahrungsresten erfüllten Theil des Zellleibes abstiess. — Die beiden Erscheinungen wären wohl als eine Art selbstthätiger Säuberung und Verjüngung des Zellleibes aufzufassen.

Gleichfalls im Herbst (November) bot sich die Gelegenheit dar, eine kleine *Amoeba*, die einer *verrucosa* sehr ähnlich war, die aber doch als eine sehr junge *A. terricola* anzusprechen wäre, da in derselben Cultur (feuchtes Waldmoos) früher ausgebildete *A. terricola* vorkamen, unter ganz eigenartigen Verhältnissen zu beobachten. Das Entoplasma der Amöba war hell und enthielt zahlreiche, fast gleichartig gebildete rundliche oder etwas längliche, mässig lichtbrechende Körperchen, neben denen aber anscheinend noch feinste Mikrogranula vorkam; das Ectoplasma wurde zuweilen (Fig. 4 *a*) bei den langsamen Bewegungen weit vorgetrieben, worauf dann erst später das Entoplasma einen vorübergehend entstandenen Damm oder Wall gegen die ectoplasmatische Substanz durchbrechend, nachstürzte; die Körnchen wurden bei den Strömungen oft reihenartig angeordnet, während sie gegen das Ectoplasma zu nach einiger Zeit schärfer umrissen erschienen.

Zu einer bestimmten Zeit (etwa durch sechs Tage hindurch) wurden in einigen dieser Amöben zwei Kerne gefunden, die einander opponirt waren und später mit ihren Membranen aneinandergekittet erschienen, da sie durch all die mannigfachen Strömungen durch die entoplasmatischen Engpässe nicht auseinander gerissen wurden.

Die Kernsubstanz war grünlich bis bläulich und erschien fein gekörnelt, wiewohl an einzelnen Stellen noch Andeutungen von Netzstructuren vorhanden waren; im Inneren war zuweilen eine Art von röthlichem Binnenraum, in dem einmal ein aus ungefähr zwei Krümeln bestehendes Korn gelagert war. Die Kernmembran war deutlich doppelt contourirt und grünlich schimmernd, gegen sie zu wurde peripher auch einmal eine feine Körnelung in einseitiger Lagerung nachgewiesen. In einzelnen besonderen Fällen zeigten die Kerninhalte auf der opponirten Seite einige wenige zarte Ausbuchtungen und Einkerbungen. Später näherten sich die Kerne so stark, dass das Ganze auf den ersten Blick nur wie ein Stylonychiakern mit einem centralen Spalt aussah. Bei einem Individuum konnte zum Theil die Verschmelzung direct beobachtet werden (Fig. 4 *d*). Andere Individuen besassen später nur einen grösseren Kern, der nun ringförmig gestaltet war und durch einen oberen und unteren feinen Riss seine Herkunft aus zwei Kernen wohl

documentirte; andere Kerne waren blos ringförmig und nahmen allmählich die gewöhnliche Gestaltung an, indem sich peripheriewärts unregelmässige nach innen oft ausgebuchtete, verschieden grosse chromatische Platten drängten, während das Lumen eine Art vom spärlichen Netz mit wenigen Chromatinbrocken ausfüllte. Bald hernach nahmen die früher hellen Amöben reichlich Nahrung auf und ihr Entoplasma verlor sein hyalines Aussehen. Da sich diese Amöben sonst unter feuchten Detritusstücken versteckt hielten (thigmotropisch?) und nur beim zunehmenden Deckglasdruck hervorkrochen, war ihre Beobachtung, sowie das Suchen selbst ziemlich erschwert; daher war ich nicht so glücklich, das erste Stadium der Copulation direct mit Sicherheit zu beobachten, obzwar einmal ein derartiger Fall mir wahrscheinlich vorlag, ich jedoch die Beobachtung nicht ganz einwandsfrei anstellte; demgemäss konnte der Vorgang nur auf Grund einzelner Stadien combinirt werden.

[Amöbencopulationen wurden nicht oft beobachtet; KÜHNE macht in seinem Werk über das Protoplasma eine Angabe über die Verschmelzung zweier mariner kleiner Amöben, ähnlich MAGGI; CARTER will eine Vereinigung bei *Amoeba radiosa* beobachtet haben, die er sodann mit einer Ausbildung von körnchenartigen Sporen in Zusammenhang bringt. Eine Art von eigenartiger Sporenbildung und Entstehung von jungen Erdamöben schildert GREEF in seiner bekannten Arbeit: „Ueber einige in der Erde lebende Amöben etc.“, Arch. f. mikr. Anatomie, II. Bd., 1866, wo er auch einer nicht ganz beobachteten Verschmelzung zwei *Amphizonella violacea* gedenkt und sie auch abbildet. GRUBER beschrieb ferner 1885 (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., XL. Bd.) zwei *Amoeba verrucosa*, von denen ein kleineres Individuum in ein grösseres eingeschachtelt war, er beobachtete sie einen Tag, ohne irgend welche Veränderungen an ihnen feststellen zu können.

PENARD (Etudes sur les Rhizopodes. Mém. soc. Phys. H. N. Genève. T. XXXI, Nr. 2) fand schliesslich eine Verschmelzung bei der *Amoeba spatula*.]

* * *

Eine Copulation wurde ebenfalls bei den Ciliaten beobachtet, wenn auch vereinzelt bei der *Stylonychia* (ENGELMANN) und *Spirochona*. Bei einem *Chilodon uncinatus Ehrb.* (Fig. 15) waren die beiden Individuen copulirend schon derart verschmolzen, dass nur im unteren Theil zwischen den beiden Zellkörpern eine Art von leichter

trennender Ausbuchtung ausgebildet war. Die beiden Grosskerne waren einander stark genähert und die Membranen auf der Gegenseite in einer Veränderung begriffen; neben ihnen sah man zwei freie Nebenkerne. Tiefer unter den beiden alten Reussenapparaten, die nun einer Resorption anheimfielen (die Reussenapparate werden freigelegt unter Einwirkung von Wasser undeutlich, nach Essigsäurebehandlung tritt dasselbe ein, später werden sie gelöst) war ein neuer Reussenapparat schon angelegt *(r)*. Im Plasma fanden sich, besonders im distalen Theile, peripher lichtbrechende Granula.

* * *

Mehrmals wurden mit zwei, ja mehr Kernen ausgestattete Individuen von *Chlamydophrys stercorea Cienk.* oder *Platoum stercoreum*, die SCHNEIDER, CIENKOWSKI u. GABRIEL untersuchten, gefunden. Die Pylomöffnung bildete dann jedesmal, von oben betrachtet, eine charakteristische Zertheilungsfigur, die die Abbildung 11, *b* wiedergibt.

CIENKOWSKI (Ueber einige Rhizopod. u. verwandte Org., Arch. f. mikrosk. Anat.; XII. Bd., 1876) schreibt betreffs der Schale: „Die Form der Schale ist ovoid oder nierenförmig, ziemlich starr, jedoch bedeutender Gestaltveränderungen fähig.“ Es liegt hier also eine Art von Längstheilung der Schale vor; doch ist die gewöhnliche „Knospungs“-Theilung auch bei dieser Form nicht selten anzutreffen — der Plasmaleib wird sodann zum Theil sackartig vorgetrieben, die ovalen oder runden hellen Körnchen wandern theilweise terminal und sammeln sich meist längs der neuen Körperwand an, über die dann die neue Tochterschale peripher abgeschieden wird. —

2. Amöboide Bewegung.

Bezüglich dieses interessanten Phänomens sollen hier nur einige Mittheilungen von Beobachtungen, die an *Amoeba terricola Greeff.*, *Dactylosphaerium radiosum Ehrb. (A. radiosa)*, einer *Amoeba limax*-Form und einer kleinen *Amoeba* aus dem Waldmoos, sowie *Polystomella strigilata* F. M. angestellt wurden, folgen:

Amoeba terricola Greeff.: Diese bemerkenswerthe Form ist von einer hautartigen, veränderungsfähigen „Niederschlagsmembran“ umgeben; ihr Ectoplasma ist hell, anscheinend structurlos; einmal erhielt es aber, als von der Seite her rasch frisches Wasser zugesetzt wurde, gegen die Aussenwelt zu sowie gegen das Entoplasma plötzlich eine undeutliche netzmaschige, von Körnchen durchsetzte Structur,

die allerdings schon irgendwie vorgebildet sein musste; zwischen diesen Structuren verliefen auch noch einzelne hyaline vorübergehende „Fädchen“ (Fig. 22), von denen eine zerreissend sogar in eine Art von Vibration gerieth, dann aber verschwand. Gegen das Hinterende zu, wo die äussere grünlich schimmernde Hautschichte beim normalen Kriechen gefaltet und etwas dunkler war, sowie das gröbere Entoplasma fast ganz an dieselbe heranrückte, wurden zuweilen kleinere Portionen der Hautschichte trichterartig in das Innere eingezogen und von der Spitze angefangen, sich knollig ballend vom Plasma aufgenommen. — Im Inneren scheinen local noch festere Structurelemente ausgebildet zu sein, gegen die der von Strömungen fortgeführte Kern herangedrückt, gleichsam einzelne Einschnürungen erhielt. Auch die äussere Hautschichte wird an einzelnen Stellen von festeren fadenartigen Elementen zurückgehalten. —

Die Strömung des körnigen Entoplasmas vollzieht sich von einzelnen Stellen, die im hinteren Theile des Amöbenkörpers liegen, angefangen gegen das Vorderende zu und erlischt, in mehrere raschere Strömchen sich auflösend, beim Anprall an das hyalin erscheinende Ectoplasma, das es sodann gleichsam in unregelmässige Nischen auffängt, so dass einzelne Strömchen weiter vordringen und sich sogar noch dichotom verzweigen, andere aber in der Art zurückbleiben, dass die äussere Begrenzungslinie ungefähr der gezackten Frasslinie der Larve des Buchenrüsslers ähnelt.

Gegen das Ectoplasma bildete sich jeweilig über dem sich vordrängenden Entoplasma eine Art von festerer Grenzdecke oder Grenzlinie aus, die bei jedem Vorstoss erst durchbrochen wurde, wobei die vorgedrängten Körnchen anfangs undeutlich erschienen, später aber einen schärferen Umriss erhielten, und nach einigen unbedeutenden Molarvibrationen gegen die Basis des Plasmaschlauches in die Tiefe versanken. Es gewinnt den Anschein, als ob derart immer etwas von der Entoplasmasubstanz in das Ectoplasma nach und nach geführt und in ihm gelöst würde. Das Ectoplasma rückt beim Kriechen zuerst vor.

Beim *Dactylosphaerium radiosum* sind die Pseudopodien bekanntlich sehr lang, geisselartig und der ganze Organismus schwebt, sobald sie allseitig ausstrahlen, wie ein Compositensame mittelst seines Pappus in dem Medium; unter Deckglasdruck breitet es sich mehr aus und erhält oft eine platte lappige Gestalt; gegen Ströme verhält es sich indifferent, meist kroch es seitlich diagonal zur Strömungsrichtung fort. Die Pseudopodien entstehen zumeist vorne

und verschwinden, basalwärts dann stark anschwellend, während sie selbst terminal dünner und dünner werden, gegen das Hinterende zu, da inzwischen der ganze Amöbenkörper unter ihnen gleichsam fortkroch. In den Pseudopodien findet meist ein Strömen in einer Richtung statt; anfangs dringt von der Basis her das Entoplasma mit punktartiger Granula und grösseren matteren Körnchen beladen vor, diese sinken oft wieder zurück, um von neuem vorzurücken — zuweilen werden sie aber inselartig von ihrem Strome abgeschnürt, stürzen aber später plötzlich zurück. — Je nach der Krümmung des Pseudopods nähern sich die einzelnen Körnchen, von den matteren Entoplasmasubstanzen ganz entblösst, vollkommen der Wandung; manchmal scheinen sie zu drei bis vier nebeneinander zitternd sich „anzuziehen und abzustossen". Beim zunehmenden Deckglasdruck fand eine schärfere Sonderung in Ecto- und Entoplasma durch eine Grenzlinie statt, die zuweilen plötzlich bei einer Pseudopodbildung seitlich durchbrochen wurde und das Ectoplasma eruptionsartig austreten liess (Fig. 19). Die starken geisselartigen Bewegungen, wie sie CLAPARÈDE-LACHMANN, BÜTSCHLI sowie PENARD beschrieben, konnten bei den untersuchten Formen nicht beobachtet werden — es war hier nur ein mässiges Hin- und Herschwingen der Pseudopodgeisseln wahrnehmbar.

Amoeba limax aus feuchtem Waldmoos: Hier war während des Kriechens eine leichte Grenzlinie oder Decke zwischen dem Ecto- und Entoplasma ausgebildet, und es scheint, dass nach jedem Vorstoss das Entoplasma gegen das Ectoplasma oberflächlich gleichsam erstarrt, so dass diese Art von Kruste beim nächsten Vorstoss durch ein minutiöses entoplasmatisches Fontaineströmchen — das sich je nach der Seite, von der der Reiz ausging und das Ectoplasma sich vorschob, richtet — durchbrochen werden muss. Beim schwächeren Vordringen wird jene Grenzdecke nur wellig gehoben und gelockert, beim stärkeren findet aber ein ganz bedeutsamer Fontainewirbel entoplasmatischer Körnchenmassen statt (Fig. 18). —

Die in Fig. 42 wiedergegebene zweikernige Amöbe, die innen ziemlich stark alveolar structurirt war und matte weissliche Körnchen enthielt, besitzt ungereizt eine tropfenartige runde Gestalt, die von einer Art deutlicher „Hüllmembran" umgeben ist; an einer Stelle wird jedesmal plötzlich diese Membranlinie minder deutlich und heller und hyalines Plasma, in dem sich noch anfänglich Mikrogranula in grösserer Zahl lebhaft bewegt und in das dann die Hyalogranula erst später eindringt, stürzt lappig, pseudopodartig vor; in diesen Lappen dringt dann später der übrige Körper, eine mehr oder weniger ausgeprägte Kugelgestalt annehmend, vor, um

dann bald wieder ein neues bruchsackartiges Pseudopod auszusenden; diese interessante Amöbe bewegt sich also sich gleichsam überstürzend langsam, jedem Reize nachgehend, fort.

Die Körnchenströmung der Foraminiferen, wie *Polystomella strigilata*, wurde öfters genau verfolgt und das Wandern der Körnchen längs der feinen Pseudopodienbahn, das zeitweilige Rückwandern dieser in einer Spiraltour, ihr Zurücksinken und wieder Vordringen, sowie ihre minimale gelegentliche Vibration beschrieben. Hier sei nur auf folgende Einzelheiten verwiesen: in den feinen Fäden, den Pseudopodien, bemerkt man auf ganz kurze Strecken mit starken Vergrösserungen feinste, etwas hellgrünlich schimmernde Fädchen oder Linien, die stellenweise besonders feine punktartige Körnchen ersetzen; die grösseren Körnchen gleiten dagegen mehr oberflächlich dahin. Die Pseudopodstrahlen scheinen an ihrer Oberfläche klebrig zu sein, da an ihnen die Aftercirren einer Hypotrichen haften blieben; doch erstarrt bald dieser Ueberzug und beim plötzlichen Reiz krümmen sie sich oft wellig, seiden- oder byssusartig. Beim Zerdrücken des Thieres zog oft ein ausgebreitetes Pseudopodnetz einen Theil des inneren Plasmas an sich, wobei noch weitere Strahlen ziemlich rasch ausgesendet wurden; später wurden die Pseudopodien aber zäher, grünlich schimmernder, die kugelartigen Körnchen erschienen grösser und dunkler, dann wurden jene langsam eingezogen und im Plasmaklumpen selbst nahm man nur mannigfache Plasmaströme wahr — zuletzt ballte er sich zu einer Kugel zusammen. — Das Pseudopodium bildet sich in der Weise aus, dass ein feines Plasmaspitzchen aus dem Zellleib hervortritt, an dem bei stetiger Vergrösserung unter beständigem Nachströmen sich bald seitliche Plasmawülste oder Knoten bilden; auf diese wirkt der äussere Reiz nun von neuem ein — sie vergrössern ihre Oberfläche und schiessen vor, bis sie sich wieder an einer anderen höheren Stelle stauen, etwas zurücksinken, neuen Stoff aufnehmen, bis sie abermals hinreichend angewachsen, das alte Spiel wiederholen.

Zusammenfassend lässt sich Folgendes feststellen: Die erste Bewegung in der Gestaltung einer pseudopodialen Oberflächenvergrösserung der eigentlich eine Tropfenform einnehmenden Amöbe vollzieht sich am Ectoplasma — sei es infolge einer directen Einwirkung eines äusseren Reizes, sei es infolge eines indirect angebahnten sogenannten inactiven plasmatischen Zerfalles — später setzt sie sich aber auf das Entoplasma fort, das von hinten gegen vorne in verschiedener Art, entweder in einem einfachen Fontainestrom oder in mehreren Strömchen vordringt, alsdann aber gegen das Ectoplasma eine Grenzdecke oder -linie entstehen lässt, die eben

deswegen entweder undeutlich gegen das Ectoplasma verzweigt *(A. terricola)* ausgebildet ist oder nur convex *(A. limax spec.)* gegen dieses sich darstellt, um dann später entweder plötzlich eruptivartig durchbrochen oder gehoben *(A. limax)* oder nach und nach gelöst zu werden *(A. terricola)*, den diesbezüglichen Stoff an das Ectoplasma abzugeben und hierauf neuen Vorstössen Raum zu geben. Die entoplasmatischen Theilchen treten sodann — wie man an den Körnchen oder Excretkryställchen beobachten kann — entweder basalwärts oder seitlich gegen das Hinterende zurück, ohne jedoch ihre alte Lage im Raume genau wieder einzunehmen.

3. Geissel und Cilie.

War das Plasma der Pseudopodien im Allgemeinen noch dem des Zellleibes gleich, so tritt uns bei den Geisseln und noch mehr bei den Cilien auch in seiner tieferen Constitution ein abweichendes Verhalten entgegen. Was das Aussehen der Geisseln anbelangt, so ist ihr Plasma durchwegs etwas lichtbrechender als das Plasma des Zellleibes und besitzt einen verschiedenen Glanz oder Schimmer und Farbe: so sind die Geisseln bei den verschiedenen *Monas-* und *Oikomonas*-Formen etwas graulich aber doch schimmernd, bei *Astasiodes* hell weisslich, bei *Polytoma, Chlamydomonas, Trepomonas* und *Megastoma* erscheinen sie in verschiedenen lichten Nuancen von bläulich- bis gelblichgrün, die mir bei einer *Megastoma* aus dem Tritondarm noch am hellsten erschienen; das Geisselplasma scheint ein schon mehr differenzirtes Plasma zu sein, das nicht mehr so wasserreich ist[1]); es nimmt auch etwas schwieriger als das Zellplasma den Farbstoff an. Die Gestalt der Geisseln ist meist cylindrisch-stabförmig und sie enden entweder stumpf oder mässig convex gekappt; nur bei wenigen Formen scheinen sie sich gegen die Spitze ganz sachte zu verschmälern, ohne jedoch spitz zu endigen *(Astasiodes*, vordere Geissel bei einer marinen *Bodoform, Megastoma)*. Der Geisseloberfläche kommt in vielen Fällen eine klebrige Beschaffenheit zu; so beobachtete ich an einer marinen noch nicht beschriebenen *Monadine*, die über und über mit ganz kleinen tuberkelartigen, bräunlichen Körnchen besetzt war, seitlich eine Art von Schleimhauch. Eine ähnliche Monasform mit einer Schleimoberfläche mit

[1]) „Bei der Organisation eines bestimmten Organoids können jedenfalls nur Proteinstoffe von ein und derselben Configuration theilnehmen, da solche von verschiedener Configuration möglicherweise manchmal weit leichter ineinandergreifen und die labilen Atomgruppen schon bei niederer Temperatur gegenseitig sich zerstören könnten.“ Loew, Chem. Energie d. lebenden Zellen. 1899, pag. 46.

Detritusflittern aus Moosculturen zeigte in dieser Hinsicht ein analoges Verhalten und in gleicher Weise bleibt der Endtheil der langen Geissel eines marinen Entosiphon auf der Unterlage haften. Auch kommt der *Pleuromonas jaculans* Perty sowie der *Amphimonas glob.* das Vermögen zu, sich mit der hinteren längeren Geissel festzusetzen. Der Uebergang der Geissel in das Zellleibplasma ist meist nicht besonders gekennzeichnet, nur bei einer *Monasform* scheint sie oft einem Hügel aufzusitzen; bei *Polytoma uvella Ehrb.* sitzen die Geisseln einer Art von feinem plasmatischen Knopf oder Körnchen ohne weiterer besonderer Structur an, das auch bei der Encystirung und beim Abheben der Cuticula als feine Tuberkel zum Ausdruck gelangt. Auch bei den Schwärmern der *Sphaerella pluvialis* gehen die mässig gedrehten Geisseln aus einer Vertiefung von einem Körnchen aus. Doch hängen diese Bildungen in keiner Weise mit der Bewegung zusammen, denn die Geisseln vom Volvox, die an der Basis schon verquollen waren, bewegten sich noch terminal. Das Plasma der Geissel ist fast immer hell und körnchenfrei, nur bei einer *Ciliophrys* färbten sich mit Neutralroth in der stumpfen, mittellangen Geissel, 2—3 seitlich liegende äusserst kleine Körnchen. An lebenden Geisseln kann man selbst mit starken Vergrösserungen keinerlei Structur mit Sicherheit nachweisen. Bei *Polytoma uvella* wurde nach der Behandlung mit Osmiumsäure (1%) eine feine Körnelung, die aber keineswegs mit der, die Fisch[1]) beschreibt und abbildet, übereinstimmt, sondern vielmehr unregelmässig und nicht scharf abgegrenzt ist, auch glaube ich daneben etwas schief zur Längsachse auf ganz kurze Strecken verfolgbare feinste „Fädchen" wahrzunehmen; das Gleiche gilt von den Geisseln einer *Megastoma* aus dem Tritondarm und *Trepomonas*; bei einer *Euglena*, deren lange Geissel in 2 Wellen mit 3 Wellenbergen, von denen der mittlere besonders stark ausgebildet war, schlug, erschien in ihr nach der Osmiumbehandlung von Stelle zur Stelle eine feine Verdichtung oder Granulation, die besonders vor den Ausbuchtungen eine Strecke weit ununterbrochen als ein grünlichgelber, gegen die Innenseite gleichsam aus einzelnen Punkten bestehender Strich verlief, eine Erscheinung, die im gewissen Sinne rücksichtlich der physiologischen Function als äusserst bemerkenswerth erscheint. Im Sinne der Angaben von Fischer[2]) liegen mir keine Beobachtungen vor. Die Geisseln selbst ruhender Thiere verlaufen nicht immer gerade, sondern erscheinen an sich wie

[1]) Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. XLII, 1885.

[2]) Fischer, „Ueber die Geisseln einiger Flagellaten" (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXVI).

tordirt; diese Torsion kann mehrfach sein, meist ist sie aber einfach und kaum merklich, deutet aber immerhin auf abgeleitete Verhältnisse, die gleichsam stabil wurden und zu der Function natürlicher Weise in dem innigsten Zusammenhang stehen. Bei einer *Mastigamoeba (lobata?)*, deren Geissel eine Art von Fortsetzung in die Kernnähe zu besitzen schien, war sie 3mal gedreht, bei der Flagellatenform einer *Amoeba bacteriophaga* 2mal, bei *Trepomonas* einmal, auch bei der *Polytoma* findet eine Torsion statt, so dass beide Geisseln von oben gesehen im Uhrzeigersinn gedreht erscheinen und das Ende der einen rechts, das andere nach links gerichtet ist.

Die Geisselbewegung ist ungemein mannigfach und die Fortbewegung der Flagellaten, die mit mehreren Geisseln ausgestattet sind, oft recht complicirt. Am einfachsten gestaltet sie sich — aber auch nur in den gewöhnlichen Fällen — bei eingeisseligen Formen wie bei *Monas*; hier schreiten gleichsam 2 unvollständige Wellen über die Geissel hinweg, es vollzieht sich auf Grund eines inneren Zerfalles local eine Contraction, auf die die Geisselkrümmung zurückzuführen ist; dadurch findet aber gleichsam keinerlei Einbohrung des Körpers unter Rotation um seine Achse in das Medium statt, sondern das Thier schiebt sich förmlich schaukelnd vorwärts, indem die Geschwindigkeit des Aufschlages sich von der des Rückschlages unterscheidet; aber auch hier kann man schon einen Uebergang zur Spiralwindung insofern zuweilen beobachten, als jene Stellen, wo durch den Reiz und den ihm am Fusse folgenden plasmatischen Zerfall die Cohäsions- und Adhäsionskräfte in ihrem Vorzeichen wechseln, um die Geisselachse zeitweilig wandern können. Nach und nach bildete sich durch Auslese und physiologische „Bahnung" erst eine um die Achse wendeltreppenartig aufsteigende Zerfalls-, Spaltungs- und Contractionslinie der Geissel im Sinne Bütschli's aus. In analoger Weise schlagen die stumpfen Cilien des Trichoplax, die von einander unabhängig und nicht wellenartig flimmern; nach Verletzungen werden zarte Plasmafäden ausgezogen, die sich später zu Cilien umbilden. Einfache wackelnde Bewegungen wurden bei mehreren sowohl dem Süss- als Seewasser angehörenden, systematisch noch nicht genau gekennzeichneten Monasformen festgestellt; seltener tritt hier eine Rotation mit schnellerer Vorwärtsbewegung auf, wie sie häufig bei *Chromulina flavicans* anzutreffen ist. Ruderschlagbewegungen mit heftiger Contraction kommen bei einer potamoplanktomisch lebenden *Mallomonas acaroides* (seltener Rotationsbewegungen) vor; zuweilen contrahirt sich die Geissel sehr stark; auch bewegen sich manchmal die äusseren Stacheln etwas, indem das äussere Plasma, in dem sie eingepflanzt sind, sich contrahirt. Die Rotation eingeisseliger

Formen wird dabei oft durch besondere äussere Structuren und Anhänge unterstützt, so bei *Phyllomonas contorta* durch die blattartige gewundene Protistengestalt, bei *Lepocinclis ovum Ehrb.* durch ungefähr 35 spiralig schief aufsteigende, oben etwas gewellte Cuticularstreifen. — Die Geissel bewegt sich oft nur in ihrem oberen Theile spiralig, sobald sie aber an einen Körper anstösst, erhält sie in ihrem unteren Theile eine stärkere seitliche Biegung, die terminal sich verflacht, so bei *Astasiodes* und etwas abgeändert bei *Mastigamoeba (lobata?)*, wo gleichsam von einem mittleren Stützpunkt der langen Geissel eine Spiralbewegung ihres Endstückes sodann stattfindet. — Die Empfindlichkeit der Geissel ist verschieden, wenig empfindlich ist sie bei der Euglena.

Die hier nun zu erwähnenden Schwimm-, Schleuder- und Gleitbewegungen anderer Formen wie der *Eugleña*, *Astasia*, *Distigma*, *Peranema Urceolus*, *Heteronema* und *Petalomonas* sind anderwärts schon oft beschrieben und besonders von Klebs in seinen *Flagellatenstudien* I und II[1]) genauer analysirt worden. Fanden wir bei eingeisseligen Formen entweder eine einfache einseitige Wellenschlagbewegung oder eine über die ganze oder nur wieder das Ende der Geissel sich erstreckende Spiraldrehung verbunden mit einer Rotation des Körpers, so treffen wir bei mehrgeisseligen Formen schon vielfache Complicationen, deren einzelne noch untersuchte Fälle hier zum Theil erörtert werden sollen. Bei einer Monasform mit einer längeren und kürzeren Geissel schlug die erstere in zwei Wellenzügen (in der Minute circa 78mal), die andere dagegen beschrieb eine Bewegung in der Gestalt eines Kegelmantels, die zum Theil im Uhrzeiger, zum Theil aber auch im Gegenzeigersinn erfolgte (in der Minute circa 94mal); hieraus resultirte eine mässige schaukelnde Bewegung. Es ist von einem gewissen Interesse, dass bei der Geissel mit zusammengesetzterer Bewegung die Frequenz der Di- und Reassimilationsvorgänge langsamer vor sich ging als bei der kürzeren, einfacheren. Die zwei Geisseln der *Polytoma uvella Ehrb.*, die einfach, zuweilen aber zweifach tordirt erschienen und nach verschiedenen Seiten gewendet sind, schlagen ruderartig, worauf infolge der verschiedenen Drehung eine Rotation zumeist im Uhrzeigersinn erfolgt; die Thiere erschienen mit ihrem Vorderpol oft gleichsam an Detritustheilchen festgesogen, wobei sie sich mit den nach rückwärts gekehrten Geisseln langsam ruderartig schlagend, nach vorwärts stemmten. Bei *Chilomonas paramaecium Ehrb.* inseriren 2 mässig lange Geisseln an der höher ge-

[1]) Klebs, Flagellatenstudien I und II. (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. LV, 1893.)

legenen Seite ihrer schlundartigen Ausbuchtung, die in einen etwas geknickten eigentlichen Schlund ausläuft, der mit in circa vier (von der Seite gesehen) Reihen angeordneten, beim Zerfliessen vergänglichen grünlichblauen Körnchen (nicht Verdichtungen) förmlich gepflastert ist; die längere gedrehte Geissel entspringt etwas höher und ist in der Ruhestellung etwas starr nach aussen gekehrt, während die innere kürzere im Zeigersinne leicht nach innen gedreht erscheint; die Bewegung ist eine Rotationsbewegung, die zum Theil auch durch die Gestalt des Zellleibes etwas unterstützt wird. Auch von systematischer Bedeutung ist im gewissen Sinne die Bewegung der Geisseln und dann des ganzen Organismus: so ist bei *Bodo saltans Ehrb.* die hintere Geissel Ursache von Schnellbewegungen, während bei *B. celer* eine mit Rotation verbundene schiessende Bewegung stattfindet und bei *B. mutabilis* und *caudatus* die einzelnen Bewegungen sich rasch aus einzelnen Vorstössen zusammensetzen. Bei einer von mir nur zweimal beobachteten *Trepomonasform*, die der *rotans* noch am meisten ähnelt, entspringen je zwei Geisseln auf der einen Seite etwas höher als auf der anderen und sind von oben betrachtet nach 2 verschiedenen Seiten schiffsschraubenartig gedreht; die hieraus resultirende Bewegung ist propellerartig.

Die Bewegungen vieler anderer vielgeisseliger Formen lassen sich wegen der Schnelligkeit ohne besondere Vorrichtungen am Mikroskop nicht analysiren. Die ausgegebene Energie der Bewegung ist nicht bedeutend, so wurde einmal eine *Chilomonas* selbst durch eine kleine *Halteria* aus ihrer Bewegungsbahn gebracht; kleine Strömungen (hervorgerufen durch vordringende Luft unter dem Deckglase) können verschiedene Monasformen nicht mehr überwinden, doch sind sie noch imstande, aus der 4—5fachen Entfernung ihrer Körperlänge Kokken und winzige organische Detritustheilchen, die allerdings auch Molarbewegungen ausführen, herbeizustrudeln. Nach Du Bois-Reymond wird ja auch von den zahlreichen Flimmerhärchen einer Flimmerzelle ein Theilchen nur 0·00007 Meter in der Secunde fortbewegt.

Eine phylogenetische Vorstufe der einer Rotationsbewegung fähigen Geisseln findet man in dem dünnen Pseudopod des *Dactylosphaerium radiosum Ehrb.* (A. radiosa Ehrb.), bei der auch das innere feine Körnchenströmchen eine wellige Bewegung ausführt, das Pseudopod aber selbst langsam sich tastend dreht. Ueberhaupt scheint feinen plasmatischen Fäden unter gewissen Umständen eine Beweglichkeit zuzukommen. Verletzt man einen Zellfaden der Siphoneae *Bryopsis*, so zieht das sich zurückziehende Plasma feine

Plasmafädchen aus, von denen 5 Minuten nach der Verwundung viele bis 40mal, 10 Minuten nach der Reizung 57-, auch 66mal in der Minute schlagen, ja oft wie beim *Dactylosphaerium* sich tordirten und schliesslich einer Rückbildung unter Vacuolenerscheinungen anheimfielen. Rückbildungen der Geisseln kommen oft bei den Peridineen vor, die besonders in den Morgenstunden schwärmen *(Cenchridium).*

Auf die Art der Rotationsbewegung, ob sie im Uhr- oder Gegenzeigersinne erfolgt, kann man nicht in einer so weitgehenden Weise, wie es von Braun, Carus u. A. geschah, Gewicht legen, da sie thatsächlich wechselt; bei *Chilomonas* und *Euglena* viridis erfolgt sie häufiger im Uhrzeigersinn. Von der Schnelligkeit der Rhythmik [1]) im Aufbau und Zerfall der dynamischen Elemente der Geissel kann man sich aus folgenden Zahlenangaben einen ungefähren Begriff machen. Bei einer festgehefteten *Oikomonas termoform* führte die Geissel ungereizt nur 14 spiralige Umdrehungen per Minute aus; eine festgesogene *Polytoma* führte 29 Schläge (18° C., Vacuole pulsirte in 20 Secunden) pro Minute aus; eine *Euglena viridis* bewegte tordirend ihre Geissel im Mittel 67·2mal; bei 19° C. schlug eine eingeisselige *Monas* pro Minute 54mal, bei einer zweigeisseligen Monas bewegt sich die grössere Geissel 78mal, die kleinere 94mal; für eine Zuckung entfiele circa 0·767—0·638 Secunden, doch wurden diese Beobachtungen eben nur aus dem Zählen zugänglichen Fällen gewonnen; das Auge empfindet noch Lichtreize, die über 0·044 Secunden auseinanderliegen [2]), an welcher oder unter welcher Grenze viele Geisselbewegungen sicher noch liegen werden. Um aber einen genaueren Einblick in diese so interessanten Verhältnisse zu gewinnen, untersuchte ich durch längere Zeit ununterbrochen eine kleine Monasform, die ich öfter zwischen Algenfäden fand. Ihr Zellleib war seitlich etwas comprimirt, im Umriss ziemlich kreisförmig, das Plasma schwach bläulich, enthielt feine Hyalogranula und besonders im hinteren Zellleib runde grössere Granulationen. Der Kern war oval; vorne befand sich seitlich ein ganz

---

[1]) Hatschek, Hypothese u. d. Wesen der Assimilation, „Lotos“, N. F., Bd. XIV, 1894, pag. 99—1(2. Um aber die Schnelligkeit der Geisseln zu vergleichen, muss man das Product der Schwingungsweite der Endpunkte und der Schwingungszahl nehmen; dies erschwert die Untersuchung; bei der *Anisonema* beträgt die erstere ca. 60°, sonst 40—180°; die Frequenz ist meist 80—100 +; bei den Metazoen vielfach 300 pro Minute.

[2]) S. Exner, Die Grosshirnrinde II. (Psychophysik.) Hermann's Handb. d. Physiologie. Bd. II, 2. Th. i. Ziehen, Vorlesung 11 und 6 im Leitfaden der Physiolog. Psychologie 1893 und Jodl, Psychologie 1896.

feiner Plasmastachel, der klebrig zu sein schien und terminal durch eine Art von Nahrungsvacuole und Umfliessen die Nahrungsaufnahme besorgte. Die Geissel entsprang in einer grubenartigen Vertiefung und führte die verschiedensten Bewegungen aus; entweder ruhte sie und wurde mit mässig gebogener Spitze starr gehalten, oder sie schlug federnd, bewegte sich peitschenförmig, oder es schritten 2 deutliche Wellen über sie fort, oder es befand sich der untere Theil wieder in der Ruhe, während terminal sich noch eine Wellenbewegung nachweisen liess — immerhin eine Complication und Mannigfaltigkeit von Bewegungen und verschiedene Möglichkeit des plasmatischen Zerfalles. Die Bewegung setzt oft aus, bald wird sie aber so beschleunigt und macht die Beobachtung sogar unmöglich, sobald etwa seitlich ein Bakterium anprallt. Im Mittel vollzog sich die Bewegung 52·8mal in der Minute; die Vacuole, die sich im hinteren Zelltheile befand und meist aus zwei kleinen Alveolen entstammte, pulsirte plötzlich in 7 Secunden. Dagegen wurde trotz der lebhaften Arbeitsleistung während einer anderthalbstündigen, unausgesetzten Beobachtung nur einmal Nahrung in der Gestalt eines glänzenden Körnchens aufgenommen, denn all die Bakterien, die gegen den Plasmazapfen geriethen, wurden, da sie nicht wasserentziehend und gleichsam zur Bildung von Nahrungsvacuolen reizend auf ihn einwirkten, abgestossen. Offenbar muss auch hier wie bei den Ciliaten zur Deckung des Arbeitsverlustes das Fehlende durch Osmose und äussere Aufnahme von Nahrung in verflüssigter Gestalt besorgt werden. Auch bei der *Bicosoeca lacustris* (J. Clark) schlägt die lange normal etwas seitlich geknickte Geissel nur im oberen Theile in der Minute durchschnittlich ca. 51mal; auf Erschütterungen hin, falls sie sich nicht oft wiederholen (vergl. Stylonychia, Protozoenstud. I), wird die Geissel spiralig zweimal eingerollt und zurückgezogen. Vergleicht man die Zahlen 67·2, 54, 78 (94), 52·8 und 51 pro Minute, so findet man im allgemeinen eine gewisse Uebereinstimmung, wenn auch besonders differenzirte Formen (78, 94) sicherlich noch viele Ausnahmen in der Frequenz des plasmatischen Zerfalles bilden. Bei absterbenden Formen drehen sich die Geisseln noch ganz langsam, festere Geisseln zucken abgerissen noch mehrmals, zerfliessen aber dann blasig oder knopfartig, vom basalen Ende an aufquellend. Beim *Volvox glob.* fällt die Oberfläche der Geissel zunächst einer Verschleimung anheim, wird dann mehrmals geknickt, in dem Schleim erscheinen hie und da auch Körnchen und zuletzt verquillt sie terminal unter Vacuolenbildung.

Die Mannigfaltigkeit der Bewegungen der einzelnen Geisseln müssen wir einerseits aus einem Zerfall der sehr complicirten mit einer in der chemischen Energie und der räumlichen Anordnung der constituirenden Atome begründeten grossen kinetischen Labilität der elementaren Plasmatheilchen zu erklären suchen, die dann auf einen entsprechenden Reiz hin zerfallend eine verschiedene Wechselbeziehung der Zerfallsproducte nach sich ziehen und so eine einseitige Contraction herbeiführen, wogegen andererseits die Expansion in dem Aufbau und dem functionellen Wachsthum der Elementartheile begründet erscheint. Wir sind gezwungen, in der Geissel einen um so complicirteren, reichhaltigeren molecularen Aufbau vorauszusetzen, weil ja diesem zarten feinen Gebilde doch rücksichtlich seiner Function nothwendig im Sinne des Durchmessers eine Art von polarer Verschiedenheit zukommen muss, dagegen aber sonst angenommen wird, dass jeder primäre Reizanstoss die getroffenen Elementartheile in Atome zerlegt, Affinitäten frei macht und so weithin schnell sich fortpflanzt, in unserem Fall aber wohl in der Zahl und Structur der Elemente eine Abschwächung erfährt; diese letztere Annahme scheint auch das optische Verhalten, das Verhältniss des Geisselplasmas zu Farbstoffen und gewisse Erscheinungen beim Absterben bis zu einem gewissen Grade zu stützen. Die Art des Zerfalles und die eigene Spiraldrehung zwingt uns ferner zur Annahme einer besonderen Architektur in der Plasmamolekel, derzufolge eine Reizwirkung zumeist nach einer Seite von Elementartheil zu Elementartheil in einer spiralförmigen Contractionswelle sich fortpflanzt, indem entweder wegen einer besonderen Gestalt der einfachsten plasmatischen Constituenden oder wegen besonderer Winkel, den die einzelnen Resultirenden der Affinitätskräfte untereinander einschliessen, eben diese nur nach bestimmten Richtungen, mit der Kraft des Reizanstosses eine neue Resultirende bildend, überwunden werden können und dem Zerfall zugeführt werden; diese Richtungen wurden durch die oftmalige Wiederkehr der Vorgänge zufolge gewisser Residuen noch zu besonderen „Bahnen" erhoben, denen als Linien kleinster Widerstände entlang die Reizwirkung leichter sich fortpflanzt.

Wir können es uns auch vorstellen, dass im Sinne der Richtungen der besagten Contractionswelle in allen Elementartheilen geringere Affinitäten und so ein grösseres Schwingungsvolum vorherrscht, das leicht auf einen Reiz hin über die bestimmte Grenze geführt wird und den Zerfall anbahnt; Schlüsse auf eine Architektur der Elementartheile auf Grund einer genauen Analyse der Function scheinen ungemein fördernd zu sein. — „Wenn wir sechs Grund-

farbenempfindungen haben, so werden wir annehmen, dass die Eiweisskörper unseres Leibes durch optische Reize in sechsfacher Weise umgesetzt werden können. Eine analoge Auffassung würden alle Sinnesempfindungen, so auch die Raumempfindung zulassen. Und so, wie wir jetzt in der Stereochemie chemische Verhältnisse durch Raumverhältnisse aufzuklären suchen, ist es ganz wohl möglich, dass wir einmal zum Verständniss des Raumes, seiner Dimensionszahl u. s. w. auf chemischem Wege gelangen" u. ff. MACH, Principien d. Wärmelehre, pag. 360. In dem Plasmamolekel der Flagellatengeissel wäre also eine besondere Zerfallsrichtung, in der hauptsächlich die eine Contractionswelle, welche zuweilen auch im Gegensinne gekehrt sein kann, vor sich geht, sowie eine andere Zerfallsebene in der Achse, derzufolge der Zerfall bei gewöhnlicher Geisselbeugung abläuft, vorgebildet. — Schlüsse auf eine Structur der Elemente des Flagellatenplasmas sind auch insofern wichtig, als die Flagellaten ursprünglich zum Theil noch pflanzliche Protisten sind, die auch zu den Metazoen in der Gestalt der Blasteaden führen; sie besitzen vielfach auch einen mehr metazoenähnlichen Kern, der sich karyokinetisch theilen kann, eine besondere polare einfache Differenzirung und kommen andererseits vielfach im Entwicklungscyklus zahlreicher Protophyten und Protozoen vor, so der Amöben und Rhizopoden s. str. (nach F. SCHAUDINN bei der *Paramoeba eilhardi* und *Hyalopus dujardinii*, nach HAECKEL bei *Protomyxa aurantiaca* Hckl. und nach R. HERTWIG bei der *Microgromia socialis*), bei Heliozoen (bei *Acanthocystis*[1]) *aculeata* und *Clathrulina*) etc.; die vom RHUMBLER bei *Colpoda cucullus* beschriebenen Flagellaten und Amöbenstadien im Entwicklungsvorgang konnte ich, obzwar ich die verschiedenen Cysten erhielt, in keiner Weise nachweisen.

Cilien. Diese sind im allgemeinen heller als die Geisseln, mässig glänzend und verjüngen sich gegen die Spitze etwas, um dann stumpf wie beim *Paramaecium* zu enden, oder beginnen mit einer massigen Verbreiterung und enden fast spitzig wie bei *Stentor coeruleus, Spirostomum,* und einer *Blepharisma* aus dem Waldmoos; ziemlich stumpf sind sie beim *Coleps hirtus*, ganz stumpf beim

---

[1]) Bei der *Acanthocystis turfacea* Cart. war ich einmal so glücklich, eine Knospung zu beobachten — das Plasma des Mutterthieres erschien dunkel und enthielt ungefähr dreierlei Körnchen; nach der Abschnürung der Knospe, die zum Theil schon im Gange war, als die Beobachtung begann, öffnete sich seitlich die Schale und das neue amöboide Individuum kroch langsam zur Schale hinaus; es war länglich, sein Plasma besass ein gelbliches Aussehen und die Excretkörnchen waren terminal gesammelt.

Cyclidium glaucoma; in ihnen wurden keine Structuren wahrgenommen, nur in den Membranellen eines *Stentor coeruleus* erschienen nach der Osmiumbehandlung feine kurze, strichartige „Fäserchen“, aussen aber einzelne minutiöse dünklere Körnchen; ein abgestorbener *Balantiophorus minutus Schew.* zeigte gleichfalls in der Cilie feinste Körnelung. Gegen ihre Basis wurden von innen keine Fibrillen oder sonst irgendwelche Structuren verfolgt; nur gegen die Membranellen vom *Stentor* und gegen die Cirren der *Stylonychia* verlaufen die schon bekannten äusserst deutlichen seitlichen hellen Fibrillen; bei der *Condylostoma patens* konnte ich mich in keiner Weise trotz der genauen Untersuchung von ihrer Existenz überzeugen; auch die zwei ungleich dicken myophanähnlichen Streifen, die seitlich bei den membranellenartigen Cilien der Wimperkränze der *Vorticella monilata* inseriren, dürften nur zum Theil von der Seite mit ihnen in Zusammenhang stehen.

Bei den Cilien des *Cyclidium* sind an der Basis kleine knopfartige Verbreiterungen oder Körnchenbildungen, die besonders an der starren Cilie einer *Uronema marinum* aus der Adria und der analogen, etwas seitlichen Cilie eines *Cryptochilum* aus dem Darm eines Seeigels deutlich ausgebildet waren. Mit Picrocarmin färben sich die Körnelungen an den Cilienbasen des *Chilodon uncinatus Ehr.* sehr lebhaft. H. Hoyer beschrieb beim *Colpidium colpoda St.* gleichfalls sogenannte Basalkörperchen der Cilien.[1]) Doch scheint diese Verdichtung in keiner Beziehung zu der Bewegung des Gebildes zu stehen, da oft die Cilien nur in ihrem oberen Theile schlagen oder ganz abgerissen sich noch bewegen. Auch fehlen die Körnchen oft. Bei den von Brandt so genannten „Töpfchen“ aus der Leibeshöhle des *Sipunculus* kommen auf der Innenseite fast diplosomenartige Granulationen vor, doch sind sie gerade zwischen den Cilienbasen. Die Bauchcilien eines *Dinophilus* erhalten abgerissen terminal ein kleines dichtes Knöpfchen und bewegen sich so selbständig eine zeitlang ziemlich lebhaft. — An den Polen der Ciliaten sind oft längere, zuweilen etwas starr gehaltene Cilien, die man als Tastcilien auffassen dürfte, entwickelt (beim *Paramaecium* ca. 6, bei *Blepharisma* sind hinten längere Cilien, während die vorderen etwas gebogen sind [2]).

---

[1]) H. Hoyer, Ueber das Verhalten der Kerne bei der Conjugation des Infusors Colpidium colp. Arch. f. mikr. Anat. LIV. Bd., 1899.

[2]) Nicht alle derartige starre Gebilde darf man als Tastorganula auffassen; so z. B. die Borsten des Stentor oder etwa auch die drei Schwanzborsten der Stylonychia, bei welch letzterem Protisten sie nach meinen Beobachtungen nur auf stärkere Anprallreize, die beim Zurückspringen des Thieres ausgelöst werden, reagiren.

Die Entwicklung der Cilien lässt sich in ihrem Verlauf nur mit Mühe verfolgen; sie erfolgt entweder an sich eben excystirenden oder theilweise an sich theilenden Thieren; in der Theilungscyste von Colpoda verhalten sich nach der Theilung die Thiere eine Zeitlang ruhig, bald tritt aber ein leichtes Zittern und eine Art von zarten Schleimwellen an der Peripherie auf und es spriessen feine fibrillenartige Fädchen, die anfangs nur flimmern, später aber wellig schlagen, empor; die Organula der adoralen Zone einer *Blepharisma* entwickeln sich gleichfalls als grünlich matte, stumpf zugeschärfte Plamaspitzchen, die zu Beginn ihrer Thätigkeit nur unregelmässig flimmerten (Fig. 25). Später traten sie mehr auseinander. Bei einer *Cothurnia Pyxicola* vergrösserte sich ein klein wenig einer der vielen Reifen im unteren Theile des schlanken Thieres und an ihm erhoben sich kleine, körnchenartige Tuberkeln, die bald zu kleinen hin- und herschwingenden Cilien auswuchsen; bei der Theilung des *Paramaeciums* geht die letzte feine Plasmabrücke in eine Cilie über. — Nicht alle Cilien schlagen immer gleichmässig, sondern verharren oft partienweise in Ruhe; bei *Coleps hirtus* wurden z. B. beim Aussaugen der Nahrungsinfusorien *(Amoeben)* einzelne als Rudercilien, die übrigen als Stützen verwendet. Analoge Erscheinungen beobachtete ich an einem sich theilenden *Paramaecium.* Bei der *Uronema marinum* (Duj. u. Schew.) bewegen sich die Cilien sehr ungleichmässig, auch in der Ruhelage schwingen die hinteren Cilien etwas, oft wieder aussetzend oder nur im oberen Theile vibrirend. Beim *Chilodon uncinatus* schlugen die Cilien in sehr steilen Wellen, der Protist bewegt sich oft im Uhrzeigersinn unter Rotationen, um plötzlich einige wenige Umdrehungen im Gegenzeigersinn auszuführen. Er dreht sich bei 20° C. in 30 Secunden im Minimum durchschnittlich 7mal, im Maximum 45mal um seine Achse. Analoge Erscheinungen einer plötzlichen Umkehr findet man beim *Paramaecium* und einigen anderen Formen; sie scheint in keiner Weise irgendwie mit der inneren Cyclose, wo diese überhaupt vorkommt, im Zusammenhang zu stehen und muss wohl auf eine fast periodische Umkehr des plasmatischen Zerfalles aus inneren inactiven Ursachen zurückgeführt werden.

Bei zerfliessenden Thieren zucken noch eine Zeitlang die Cilien selbständig; auch an der einmal zufällig abgehobenen Pellicula von *Paramaecium* schlugen sie noch 4—5 Minuten nach und nach ihre Bewegung verlangsamend fort, vielfach zerflossen sie aber gleich wie bei den *Hypotrichen.* In einzelnen Fällen verblieben sie aber an dem resistenteren Thiere, das abstarb, wie bei *Balantiophorus minutus* Schew., oft lösten sie sich beim Absterben bald ab. —

Bei der Bewegung der Cilien kann man im allgemeinen 2 Phasen, eine Contractions- und eine Expansionsphase, unterscheiden. Der entsprechende Reiz ruft seitlich in der Cilie einen Zerfall mit nachfolgender, das Schwingungsvolumen verkleinernder Wechselbeziehung und Oxydation der Zerfallsproducte hervor, die entweder eine Bahnänderung oder, falls der Reiz zu stark war und auf der einen Seite einen vollständigen Zerfall und totale Erschlaffung nach sich zog, die dann von der verminderten Wirkung der Cilien der Gegenseite übercompensirt wird, eine Fluchtbewegung hervorruft; die Restitution der Elementartheile bedingt dann die Expansion.[1]) Die letztere erfolgt langsamer als die erstere; bei dieser bildet sich basalwärts meist ein Bug aus, dem distal ein weiterer flacherer entgegengesetzter folgt, dieser wird durch den Wasserdruck und den wirkenden Reiz insofern erzeugt, als im oberen Theile durch beide bei der infolge der längeren Bahn raschen Bewegung doch ein totaler Zerfall stattfindet, den die Gegenseite, als dieser heftigen Wirkung weniger ausgesetzt, durch eine Contraction behebt. Bei der Streckung gleichen sich beide Biegungen aus. Diese Vorgänge kann man im allgemeinen bei *Coleps hirtus*, *Stylonychia*, an den mehr verbreiterten Bildungen des hinteren Wimperkranzes der *Vorticellen*, den mässig sich etwas unten verbreiternden Cilien des *Stentor coeruleus*, *Spirostomum* und *Blepharisma*, wo sie seitlich von den myophanumschliessenden Streifen inseriren — studiren. Mehr seitlich wie federnd bewegen sich die verbreiterten membranellenartigen Cilien des inneren peristomalen Wimperkreises der *Vorticella monilata*. — Beim Schwimmen des *Paramaecium caudatum* kann man die wichtige Beobachtung machen, dass die Cilien schief zur Achse des Thieres schlagen und so eine Rotation bewerkstelligen. —

Die Membranellen eines *Stentor coeruleus* schlugen unter dem Deckglase bei 18° C. in der Minute ca. 70mal, knapp vor dem Zerfliessen schlugen sie 82mal bei $17^1/_2$° C.; die Rhythmik der beiden antagonistischen Vorgänge verläuft bei den Ciliaten schneller als bei vielen Flagellaten.

In analoger Weise wie bei der oben beschriebenen Monasform untersuchte ich im Hinblick auf die Ernährung und Bewegung auch ein *Cyclidium glaucoma*. Hier bildet sich die Nahrungsvacuole am Grunde des Schlundes zuerst als ein kleines, rundliches, gegen die Schlundseite zu etwas abgeplattetes Bläschen aus, das, sich ver-

[1]) Die Mannigfaltigkeit der Bewegungen ergibt sich aus den Combinationen der Expansion und Contraction, sowie der einseitigen totalen Erschlaffung, andererseits aus der seitlich verschiedenen Frequenz und Intensität der beiden Phasenvorgänge.

grössernd, zuletzt etwas eiförmig gestaltet ist und nur gegen die Seite der alten Nahrungsvacuole durch diese etwas eingebuchtet erscheint; sie bildet sich in 2·10, 2·30, ja auch 3·30 Minuten und wandert losgelöst meist zweimal um ihre Achse rotirend in die Tiefe. Nach zwei oder etwas mehr Minuten nimmt sie die zweite, nach vier Minuten die dritte — wobei sie oft schon von der nachfolgenden Vacuole gedrängt in gleicher Höhe mit ihr zu liegen kommt — nach $5^1/_2$ Minuten die vierte, nach $7^1/_2$—8 Minuten die fünfte Stelle im Zellleibe im Verhältniss zu den früheren Nahrungsvacuolen ein und wird meist nach 9—10 Minuten ausgestossen. Bei der Ablösung war ihr Inhalt klar, erschien im röthlichen Interferenzlicht und besass zuweilen einige wenige Kokken oder Vibrionen. Bald nach der Loslösung — fast unter der Mitte des Zellleibes — wurde ziemlich schnell der Inhalt der Nahrungsvacuole gewissermassen kugelig verdichtet, erschien lichtbrechend und um ihm verlief in der Nahrungsvacuole ein dunklerer röthlicher Flüssigkeitsstreifen, später traten auch feine kleine Körnchen in der unmittelbaren Nähe oder an Stelle der Nahrungsvacuole in Alveolen auf und sammelten sich als kleine Excretkrümel oben oder zur Seite des Kernes und der Vacuolen an. An der Oberfläche des Thieres findet insofern eine Excretion statt, als hie und dort feine tuberkelartige Körnchen sich ablösen. Mehr gegen die contractile Vacuole zu wurde der Inhalt der Nahrungsvacuole fortwährend verkleinert, erschien aber nun minder lichtbrechend und wurde vielfach durch die Pulsationen der contractilen Vacuole in Mitleidenschaft gezogen. Schliesslich wurde der unbedeutende körnige Rest in der Gestalt eines Körnchens — die Kernsubstanzen scheinen nicht verdaut zu werden — durch den Anus, der auf der linken Seite unterhalb des Mundes liegt und etwas leicht kugelartig vorgebuchtet ist, nach aussen mit einem Ruck ausgestossen, so dass das Theilchen selbst 2—$2^1/_2$ der Körperlänge weit fortgeschleudert wurde. Interessant ist das Flüssigkeitsverhältniss der Nahrungsvacuole, die, falls man ihren festen Inhalt nicht berücksichtigt, fast so gross wie die contractile Vacuole ist, die sich bei 18° C. in 5 Secunden entleert, während nur in 2·10 und mehr Minuten eine Nahrungsvacuole sich ablöst und so wahrscheinlich auch hier sonstwie Flüssigkeit aufgenommen wird. Bei marinen Cyclidien pulsirt die Vacuole durchschnittlich sogar in 1 Minute 30 Secunden; bei der Defäcation wird der Turnus verlangsamt. In wenigen Fällen beobachtet man in der Nahrungsvacuole feste organische Theilchen, die Thiere sind auch weniger agil und bewegen selten ungereizt die ca. 180 Cilien zum Sprunge, meist ruhen sie unter einem eigenartigen tropischen Ein-

fluss in der Nähe von Detritus und springen nur auf stärkere Reize lebhaft hin und her; starke Belichtung scheint sie oft zum Sprunge zu reizen, doch muss sie meist gegen 50 Secunden anhalten; so lichtempfindlich wie die verwandte *Pleuronema chrysalis* [1]), bei der nach Verworn das Stadium latenter Reizung 1—3 Secunden dauert, ist sie nicht. — Bei dieser Form würde also die Ernährung ungefähr im Einklang mit der Beweglichkeit stehen. Bezüglich der beweglicheren Formen *(Hàlteria)* muss man aber auch eine Aufnahme von Nahrungsstoffen am osmotischen Wege annehmen, für deren Existenz ja die Pulsation der Vacuole bei encystirten Thieren, deren Cytostom schon rückgebildet ist, die Aufnahme von Vitalfarbstoffen und das auto-mixo- oder heterotrope Ernährungsverhalten zahlreicher niederer Protophyten und Protozoen im Allgemeinen sprechen würde.

4. Einschlüsse des Protozoenplasmas.

Das Wesen, die Beschaffenheit, Grösse und Zahl der inneren Einschlüsse des Plasmas der Protozoen wurde bis jetzt noch wenig beobachtet, blos in den Schriften Bütschli's, Maupas', Schewiakoff's (besonders Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVII, pag. 94), Greeff's, sowie Rhumbler's u. Przesmycki's findet man diesbezügliche Angaben. Auf dieser Stelle soll vor allem nur auf das Aussehen, Lagerung und Gestalt der Granulationen und verschiedener Einschlüsse der Protisten, die speciell daraufhin untersucht wurden, eingegangen werden, während ihre chemische Beschaffenheit später behandelt werden soll; ihre Untersuchung stösst insofern auf bedeutende Schwierigkeiten, als sie einerseits nur mit starken Vergrösserungen, die oft chemische Manipulationen erschweren, ja ausschliessen, wahrnehmbar sind, andererseits sich unter dem Einfluss von Reagentien sehr rasch verändern und fast unkenntlich werden, sowie sich auch postmortal verschiedene Verdichtungen und Gerinnungen ausbilden, die sodann zu Irrthümern Veranlassung geben können. Bis jetzt kann man die Einschlüsse etwa in folgende Gruppen eintheilen:

a) punktartige oder Mikrogranula; diese ist minder deutlich ausgebildet und abgegrenzt, findet sich an und in den Netzwabenwänden der wahrnehmbaren Structur.

b) Hyalogranula; ist meist rundlich oder oval, wenig lichtbrechend, weisslich, gleichsam durchscheinend und dürfte mit der

[1]) Verworn, Psycho-physiolog. Protisten-Stud. Nachschrift.

Elementargranula im Sinne Greeff's identisch sein, der sie als schwach lichtbrechend, äusserst blass, vom Aussehen hyaliner Protetoplasmakörnchen, aber grösser als die Glanzgranula schildert.

c) Glanz- oder Lamprogranula; ist rundlich oval oder länglich, besitzt eine glatte Oberfläche, ist stärker lichtbrechend, entweder goldgelb, grünlichgelb oder olivengrün und bläulichgrün gefärbt, kommt in verschiedener Grösse vor, ruht oft in einer Art von minutiöser Alveole und führt häufig im lebenden Thier Molarbewegungen, die ein Index der Intensität der plasmatischen Aufbau- und Zerfallsthätigkeit sind, aus;

d) Excreteinschlüsse; zumeist Kugeln von olivengrüner Färbung und fettartigem Aussehen, die offenbar Stoffwechselproducte sind, manchmal concentrisch geschichtet erscheinen und innen sehr oft eine Höhlung haben; sie selbst können eine complicirte Schichtung wie bei *Fuligo varians* (in den Sporen) besitzen.

e) Excretkryställchen von mannigfacher Gestalt und Ausbildung;

f) Leukogranula, die weisslich erscheint und dem Ectoplasma von *Stentor, Blepharisma* u. a. zumeist angehört. Natürlicherweise kommen die mannigfachsten Uebergangsformen vor, so besonders zwischen der Hyalo- und Glanzgranula; als eine derartige Uebergangsform wäre auch die Granulation der *Saccamoeba alveolata,* deren Frenzel gedenkt[1]), aufzufassen.

Bemerkenswerth ist die molare Beweglichkeit mancher dieser Granulationen unter besonderen Umständen, sowie ihre Vibration in ihren Vacuolen (Glanzgranula). Es entsteht nun die Frage: sind dies blos passive Bewegungen im Sinne von Brown'schen Molecularbewegungen[2]), also analog denen in der Vacuole von *Closterium* oder den Körnchen abgestorbener Leukocyten und den Gipskryställchen aus den Kalksäckchen zu beiden Seiten der Wirbelsäule der Frösche, oder sind dies active Bewegungen, wie manche Forscher anzunehmen geneigt sind, ja so weit gehen, dass sie in ihnen ein neues Welträthsel im Sinne Du Bois-Reymond's wie Münden[3]) vermuthen? Das erstere scheint das wahrscheinlichere zu sein im Hinblick auf ihr doch structurloses Aussehen und festeres Gefüge, obzwar dies nicht in allen Fällen so leicht zu entscheiden ist, und mit Recht lässt

---

[1]) Frenzel, Protozoen. Eine Monographie d. Protozoen Argent. Bibliotheca Zoolog. 12. Heft, 1897.

[2]) M. R. Brown, Remarques additionnelles sur les Molécules actives. Ann. des sciences nat. T. XIX, pag. 104—110, 1830.

[3]) M. Münden, III. Beitrag zur Granulafrage. Arch. f. Physiolog. 1882.

es F. Schaudinn betreffs der Körnchenbewegung im Pseudopodienfaden der *Calcubita polymorpha* unentschieden, ob sie activ oder passiv ist. Andererseits scheint ihre Geschwindigkeit auch durch die Wärme sowie directes intensives Licht erhöht zu werden, und dies würde ja mit den Punkten, die J. Exner[1]) betreffs dieser Bewegungen feststellte, übereinstimmen. Auch werden die Bewegungen durch die Beschaffenheit des Mediums beeinflusst und hören nach einem vorsichtigen Zusatz von $^1/_2$—$1^0/_0$ Kochsalzlösung auf. Interessant und auch für eine passive Bewegung sprechend, sind ferner die Untersuchungen von Recklingshausen und Brücke.[2])

Man hat öfters den Versuch gemacht, die Erscheinung auf elektrische Kräfte zurückzuführen, so z. B. Krasan[3]), doch hat es seine Schwierigkeit, sich auf einem Körperpunkte, sei dies nun ein Atom oder Grassmann's Korn, zwei differente Kräfte, wie die positive und negative Elektricität geknüpft vorzustellen, und uns wird auch der Grund der Polarisation, sowie der ganze Vorgang nicht klarer und einsichtiger. Die Bewegung scheint eine passive zu sein, die durch die Bewegung der Elemente der Flüssigkeit, die eben ihr Wesen charakterisirt, hervorgerufen wird. Besonders in Tropfen oder in abgeschlossenen Räumen, wie Vacuolen und leeren Diatomeenschalen, wo infolge der Reflexion an den Wänden die Bewegung verstärkt wird, kann man das Phänomen ausnehmend gut beobachten. Diese Molecularbewegung kann oft in der Zelle äusserst localisirt sein, so dass einzelne Körnchen auf der einen Stelle noch lebhafte Bewegungen ausführen, während die Körnchen der Nachbarschaft fast ruhen; alles Phänomene, die auf eine Localisation und Vielzahl von abgestuften assimilativen Processen hinweisen und zugleich als Beweis dafür dienen, dass die bewegende Kraft in Flüssigkeiten wegen der zahlreichen molecularen Zusammenstösse und Interferenzen nur auf kurze Distanzen wirkt. In einer Cyste einer *Vorticella*, wo sich die Körnchen unregelmässig auf kurze Strecken hin- und herbewegten und erst vor dem Auskriechen des Thieres einen mehr cyklischen Lauf einschlugen, bewegten sich besonders die kleineren Körnchen plötzlich eine bedeutende Strecke sehr schnell dahin — aber selbst diese Erschei-

[1]) J. Exner, Untersuchungen über die Brown'sche Molecularbewegung. Wiener Akad. Bd. XVI, Heft 1, 2, 1867.

[2]) Beide genauer citirt und noch weitere Bemerkungen in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871.

[3]) F. Krasan, Verhandl. d. zoolog.-bot. Gesellschaft in Wien. 1881, T. VII. pag. 267.

nung ist wahrscheinlich als passiv aufzufassen, da die Körnchen sodann schärfer contourirt und dunkler erschienen und vermuthlich anfangs in einer Netzwabe ruhend nach dem Einreissen derselben in schiessende Bewegungen geriethen.[1]) Etwas ähnliches kann man an der Glanzgranula des peripheren Plasmas von *Bryopsis* beobachten.

Die stärkere Molecularbewegung beim Absterben der Protozoen ist zum Theil auf die postmortale Temperaturerhöhung zurückzuführen, indem labile Substanzen stabil werden und Wärme frei wird, ausserdem wurden bei den vielen stattfindenden Zerspaltungen Affinitäten frei, die dann vom umgebenden Sauerstoff gebunden mit einer Wärme- und Bewegungserhöhung verknüpft sind; Frenzel (Biolog. Centralblatt, Bd. XI) beobachtete auch eine körnchenreiche Heliozoe, die später platzte, und dabei traten viele Körnchen heraus, die sofort einen lebhaften Moleculartanz begannen, während die benachbarten Körnchen in völliger Ruhe verharrten. Analoges wurde auch von mir bei einer absterbenden *Euglypha* und einem *Paramaecium* beobachtet. Brücke[2]) untersuchte die Bewegungen in den Pigmentzellen der Froschembryonen und fand, dass sie nicht nur in den ganzen wohlerhaltenen Zellen, sondern mit derselben Lebhaftigkeit auch in ausgetretenen tropfenartigen Massen stattfinden. „Es ist mir immer auffallend gewesen, dass die Bewegung der Körnchen innerhalb der Zellen und innerhalb dieser Tropfen eine grössere Energie zu haben schien als die Molecularbewegung der frei in der Flüssigkeit umherschwimmenden Pigmentkörner." Sie ist eben ein gleichsam calorimetrischer Index der vitalen Vorgänge. Auch die Pigmentkörnchen in den Epithelzellen der Salamanderlarven führen vibrative Bewegungen aus, die besonders in der Aequatorialebene bei der Durchschnürung der sich theilenden Zellen deutlich werden. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass verschiedene Oberflächenwirkungen und Spannkräfte in der Zelle wirksam sein können, deren physikalische Gründe auch sonst überhaupt noch nicht endgiltig aufgeklärt sind (Mach, Mechanik, 1897) und die direct oder indirect mit solchen Molecularbewegungen im Zusammenhang stehen.

---

[1]) H. Rathke, Ueber Molecularbewegung in thierischen Zellen (Arch. f. Anat. u. Phys., pag. 367—371, 1843), führt sie auf Ströme des in die Zellen am endosmotischen Wege eingetretenen Wassers zurück. — A. S. Schultze, Mikr. Unters. u. d. H. R. Brown, Entdeckung lebender Theilchen in anderen Körpern. Carlsruhe und Freiburg 1828.

[2]) E. Brücke, Ueber d. sog. Molecularbewegung in thierischen Zellen, insonderheit in den Speichelkörnchen. Akad. d. Wiss. Wien. Sitzber. d. mathem.-nat. Classe, Bd. XLV, II. Abth. 1862.

Lassen wir nun bezüglich des aufgeworfenen Themas in den Einzelheiten die Protozoen Revue passiren.

a) Punktartige oder Mikrogranula: In der *Amoeba terricola* Greeff, deren Plasma besonders in der Nähe der Vacuole netzwabig erscheint, konnten gerade noch an einzelnen Stellen feinste punktartige Körnchen hauptsächlich gegen das Ectoplasma zu nachgewiesen werden; die freie ectoplasmatische Zone einer bakterienfressenden Amöbe, die in ihrem Entwicklungscyklus einen Flagellaten mit zwei Geisseln besass, der *Amoeba bacteriophaga* enthielt gleichfalls bläuliche Mikrogranula. Auch an dem entoplasmatischen Gerüstwerk von *Dactylosphaerium radiosum*, sowie bei der *Amoeba limax* findet man Punktkörnchen; das Gleiche gilt von *Cochliopodium bilimbosum* Auerb., dessen Plasma langsame Bewegungen ausführt und undeutliche dickwandige graubläuliche Alveolen besitzt. Bei einer *Difflugia globulosa Duj.*, die mit Jodtinctur sich lebhaft bräunte, konnten zahlreiche Mikrogranula constatirt werden. Eine *Trepomonas*, die am nächsten der *rotans* und *Steinii* zuzurechnen wäre, besass im unteren Theile der hinteren Aussackung viele feinste Punktgranulationen. Bei *Paramaecium caudatum* Ehrb. fliesst die dünnlamellige Structur zu grösseren Räumen zusammen, in deren Wandung besonders seitlich nicht zahlreiche feine Körnelung anzutreffen ist. *Frontonia leucas* Ehrb. besitzt in den leichtflüssigen Wabenwänden der rundlichen Maschen reichliche Mikrogranula, so dass jene oft gleichsam mattirt aussehen; schwerer nachweisbar ist sie beim *Stentor coeruleus* und *Condylostoma patens*. In einer *Blepharisma*, die sehr klein war und in Menge am feuchten Waldmoos vorkam, trat im Entoplasma in Menge auch eine feine Körnelung auf. Bei *Actinosphaerium* kommt in den plasmatischen Wabenwänden feinste Granulation neben zahlreicher zarter Hyalogranula und deutlicher Glanzgranula in den Zwickelräumen vor.

Uebergänge der Mikrogranula zur Hyalogranula wurden bei einer *Monas*, dessen Plasma gegen den Rand zu dichter war und in besonderer Anordnung helle matte Körnchen besass, sowie bei *Hedriocystis pellucida* H. L. um den Kern, dann aber wieder im wandständigen Plasma nachgewiesen.

Diese Granulationen liegen zwar in den polar gleichsam differenzirten Structurwänden, sind aber trotzdem meist rundlich, weil in einer solchen Wand immer in unmerklicher Weise zwei Lamellen zusammenstossen und so ihre abplattenden Spannwirkungen durch Compensirung behoben werden, während grössere Granulationen schon länglich sind und oft Verschiebung längst den Waben-

lamellen wie in den regenerirenden Zellen der Alge *Ectocarpus* erleiden.

b) Hyalogranula; diese oben schon beschriebenen Gebilde kommen im Entoplasma von *Am. terricola* GREEFF als helle, leicht bläulichgrün erscheinende Körnchen vor, die hauptsächlich über der gespannten Vacuole deutlich ausgebildet sind, hier aber unter dem wachsenden Druck sich abplattend zu verbreitern scheinen. Ihre Oberfläche scheint gleichsam rauh zu sein; zuweilen kommen ihnen auch längliche und Bisquit-Formen zu. In der Cyste der *Am. terricola* treten dagegen grössere lichtbrechende Körnchen auf; auch in den sogenannten Sporen von *Fuligo varians* findet man eine etwas kleinere Körnelung mit Beugungskreisen, die wahrscheinlich RHUMBLER bei Colpoda irrthümlich als Assimilationshöfe deutete. Analoge Gebilde sammeln sich auch in *Vorticellencysten* stellenweise an und unterliegen flutenden Bewegungen. Als rundliche matte Körnchen wurde sie ferner bei einer kleinen Amöbe aus feuchtem Waldmoos, sowie bei *Dactylosphaerium radiosum* constatirt; bei *A. limax* tritt sie in der Gestalt von wenigen etwas lichtbrechenden Körnchen auf; bei der *Euglypha* finden wir sie auf gewissen Stadien um den Kern herum angesammelt und bei *Trinema enchelys* EHRB. treffen wir sie in der Form von bläulichen blassen runden Körnchen; die *Polystomella strigilata* besitzt dagegen helle weniger lichtbrechende Granulationen und in der *Hedriocystis pellucida* bilden sich nur wenig längliche matte Körnchen aus, die anscheinend auch in den haarfeinen Pseudopodien, falls dies nicht blos dunklere Wellen und plasmatische Verdichtungen sind, vorkommen. Bei *Paramaecium caudatum* stellt sich die eben besprochene Granulabildung in zuweilen ovalen, manchmal in der Mitte mit einem Riss ausgestatteten Körnchen dar, die auch etwas hantelförmig eingeschnürt sein können. Diese Bildungen kommen meist in den Structurlücken vor. In den *Makrogonidien* eines marinen *Zoothamniums* wurde die grünlichweisse Hyalogranula in grosser Menge angelegt, so dass die Thiere schmutziggelb aussahen, wogegen in den Zooiden nur spärliche Körnchen auftauchten. Der *Cothurnia pyxicola* kommt gleichfalls eine mattweisse Granulation zu, die sich an der Cyclose betheiligt. — Uebergänge der Hyalogranula zur Glanzgranula findet man beim *Cochliopodium* als runde, etwas lichtbrechende, grössere Körnchen, sowie bei einer *Difflugia globulosa* als runde, bläulichgrüne Granula, die beim gequetschten Thier lebhafte Molecularbewegungen ausführen und sich anzunähern sowie abzustossen scheinen, und schliesslich bei *Trepomonas* als lichtbrechende Korngebilde. In

einer *Difflugia elegans* Penard[1]) tritt eine ungeheure Menge feiner Granula auf.

c) Glanz- oder Lamprogranula: *Amoeba terricola* besitzt neben grösseren Excretkörnern stark lichtbrechende, gelbliche, rundliche oder ganz runde Körnchen, die von einer Art Vacuole umgeben zu sein scheinen und in ihr zitternde Bewegungen ausführen. *Dactylosphaerium radiosum* hat glänzende Körnchen, die sich oft sehr lebhaft „moleculorartig" bewegen und zuweilen zu mehreren in einer Vacuole vorkommen. *Amoeba limax* ist nur mit einzelnen lichtbrechenden Körpern ausgestattet, wogegen in der *Nebela collaris Leidy* feine glänzende Körnchen constatirbar sind, die besonders um die Nahrungsvacuole bei hoher Einstellung als schwarze Punkte sich darstellen. Bei *Trinema enchelys* erscheinen sie als lichtbrechende Granulationen in einer Art von Vacuole; in gleicher Weise fand ich sie bei der *Difflugia elegans* in der Gegend um den Kern und in dem apicalen Theil des Thieres. — Der *Mastigamoeba*, deren Plasma hell alveolar ist, kommen grünliche Körnchen von doppeltem Caliber neben grösseren nicht zahlreichen Excretkörpern zu. *Polystomella strigilata* führt als Glanzgranula mehr krystallinisch aussehende, dunklere gelblichgrüne, längliche, lichtbrechende Körper. Wenige Granula finden wir bei *Trepomonas*, zahlreicher ist sie bei *Monas*, wo sie sich besonders auf Theilungsstadien in der Mitte ansammelt und einen Moleculartanz ausführt. Bei *Paramaecium caudatum* sind in den Kreuzungslücken der bis jetzt nachweisbaren Elementarstructur grössere olivengrüne, neben diesen aber auch gelbgrünliche kleinere Körnchen gelagert; auch bei *Frontonia leucas* Ehrb. sind sie gelblichgrün. *Cyclidium glaucoma* besitzt nicht viele grössere, bläulichgraue, sowie kleinere helle Körnchen. *Vorticella monilata* Tatem, deren einzelne Netzwabenmaschen innen röthlich, andere wiederum etwas dunkel erschienen, producirt helle Körnchen, die sich im Entoplasma lebhaft bewegen. Bei *Stentor coeruleus* zeichnet sich das Entoplasma durch eine längsnetzige Structur aus, deren Elemente bei Druck zusammenfliessen und ein grünliches Substrat bilden, in diesem kommt eine olivengrüne Glanzgranula vor, die zuweilen eine Art von Höhlung oder einen hellen Kreis innen besitzt. —

---

[1]) Deren eigene hirschgeweihartige Pseudopodien seitlich beim Vorfliessen oft plötzlich eine Art Bruchsack erhalten, in den das Granulagewimmel vorstürzt; die eigenartige Pseudopodbildung weist auf besondere Plasmaverhältnisse, Cohäsions- und Spannkräfte hin, die in analoger Weise bei der Theilung sich bemerkbar machen, als der vorgestülpte Tochtertheil schon terminal einen Plasmazapfen erhält, der dann dem kaminartigen Ansatz der Schale entspricht.

In der äusseren ectoplasmatischen Alveolarschicht bilden sich bei *Stentor coeruleus* wenig lichtbrechende, hirsekornähnliche, längliche weisse Granulationen aus, die wohl besonderer Natur sind und hier zum Unterschied von der Hyalogranula *Leucogranula* genannt werden sollen; das Gleiche gilt zum Theil von *Spirostomum*, *Blepharisma* und *Condylostoma patens*.

In den Makrogonidien des schon erwähnten marinen *Zoothammium* entstehen excretartige Bildungen, die eine Art von „Höhlung" besitzen, wogegen sie in den Zooiden compact und kleiner sind.

Runde, verschieden grosse, meist olivengrüne lichtbrechende Excreteinschlüsse lassen sich in der mannigfachsten Gestaltung bei vielen Protozoen mit Leichtigkeit nachweisen; bei einer Amöba aus dem Waldmoos waren sie matt und etwas concentrisch geschichtet, bei *Nebela collaris* erscheinen sie rund, olivengrün, bei *Difflugia globulosa* ziemlich hell und lichtbrechend, analog denen der *Difflugia elegans*; bei Polythalmien, so *Polystomella strigilata*, wurde auf sie schon von Schultze[1]) aufmerksam gemacht, sie sehen fettartig aus und haben eine dunkle Umrandung; bei *Cyclidum* bilden sich als Excreteinschlüsse meist 3—4 grössere olivengrüne Körnchen aus; die genauere Analyse bei den Hypotrichen wurde schon in den ersten Protozoenstudien gegeben; bei ihnen besitzen sie oft eine Art innerer „Aushöhlung", die bei einer *Metopusform* aus dem Waldmoos in bemerkenswerther Weise häufig seitlich mit einer äusseren Oeffnung ausgestattet ist. Körnchen mit einer eigenthümlichen Schichtung kommen, wie ja schon oben mehrfach erwähnt wurde, häufig vor — sie besitzen innen entweder einen Flüssigkeitshohlraum oder ein helles Centralkorn und haben die verschiedenartigste physiologische Bedeutung; in diesem Sinne wäre der chromatischen Körnchen gewisser Bakterien, der Granulationen der Diatomeen, der oben beschriebenen Körnchengebilde von *Stentor, Metopus, Stylonychia, Spirostomum* etc. zu gedenken, ja selbst die binnenkörperartigen Bildungen des Kernes von *Chilodon uncinatus* hatten eine innere hellere Formation. Man muss wohl annehmen, dass ein rigides, von einem Niederschlagshäutchen (das bei manchen Schizophyten nachgewiesen wurde, Schewiakoff) abgeschlossenes Kugelgebilde später verschieden geformte organische Substanz peripher ausscheidet, der sich immer mehr und mehr in concentrischer Schichtenfolge apoplasmatische

---

[1]) Schultze, Ueber den Organismus der Polythalmien. Leipzig 1854.

Substanzen anlagern. — Im Pflanzenreich findet man vornehmlich im Stärkekorn analoge Bauverhältnisse; in oft concentrischen Schichten wird hier eine kleine weiche, wasserreiche Substanz enthaltende Höhlung umschlossen (Kern), die, solange das Stärkekorn dem Wachsthum unterliegt, weich ist, später aber austrocknet. Das Korn wächst im plasmatischen Contact durch Intussusception und erst später hebt sich die erstere feste Hülle ab. Auch manche Aleuron- oder Proteinkörner zeigen unter Einfluss von Reagentien eine Art von Schichtung.

Excretkrystalle: Diese wurden vielfach schon beschrieben, so von Leidy, Balbiani, Bütschli, Maupas, Greeff u. a., ihre Natur wurde aber erst durch die Untersuchung Schewiakoff's an *Paramaecium*[1]) enthüllt.

An dieser Stelle sollen nur einzelne Angaben gemacht werden. Bei der schon mehrfach erwähnten Amoeba aus dem Waldmoos gehörten die Excretkrystalle dem rhombischen System an (Comb. von 111 Pyramide u. P ∞, 0P), bei einer *A. limax* schienen sie in einer Vacuole zu schweben und besassen eine pyramidenähnliche Gestalt, bei *Dactylosphaerium radiosum* waren es mehr kleine prismatische Kryställchen, die zuweilen in einer Art von Vacuole aggregirt waren; ähnlich gestaltet waren sie bei der *Nebela* (Fig. 40), obzwar hier auch minutiöse Pyramiden vorzukommen scheinen; ganz eigenartig geformt sind sie beim *Cochliopodium*, es sind dies zehn und mehr an der Zahl vorhandene, im grossen und ganzen sechseckig gestaltete, in der Mitte oft durch eine feine Kante charakterisirte grünlichblaue, glasartig lichtbrechende Plättchen (Fig. 39), die manchmal noch seitlich zwei kleine Flächen ausgebildet haben, so dass sie im ganzen einen zehneckigen Umriss erhalten — sie befinden sich in Vacuolen und sind in fortwährender langsamer Bewegung begriffen, so dass sie sich bald von der Fläche, bald von der Kante präsentiren.

Difflugia globulosa besitzt nur wenige stäbchenartige Kryställchen, die in analoger Weise nur von etwas grünlichgelber Färbung bei der *Hedriocystis* anzutreffen sind.

Bei Monasformen und vielen kleinen hellen Flagellaten kommen häufig längliche, anscheinend prismatische, in der Mitte zuweilen gleichsam eingeschnürte Kryställchen vor, die aber weiter nicht analysirbar sind, wie man überhaupt häufig im Plasma der Protozoen, ja auch in der Alveolarschicht derselben grünliche oder gelb-

---

[1]) Schewiakoff, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. LIV.

liche kleine, oft wetzsteinähnlich geformte krystallinische Gebilde constatiren kann. Manchmal kann man mehrere Formen in einer einzelnen Zelle nachweisen, so nehmen die krystallinischen Substanzen in der *Lacrymaria* neben wetzsteinähnlichen Gestalten auch prismatische (oder prismatische mit Domenabschluss) Formen an. Bei einer marinen Amoebe waren zahlreiche pyramidenförmige Kryställchen in Alveolen suspendirt, die sich in Salpetersäure lösten; langsamer ging die Lösung in Schwefelsäure vor sich, sie scheinen einem oxalsauren Salz anzugehören.

Es wäre von einem gewissen Interesse, einmal einen genauen Vergleich zwischen diesen im Plasma sich bildenden Mikrokrystallen und den von Vogelsang so benannten *Mikrolithen* oder gar den von Zirkel nachgewiesenen *Trichiten* der Mineralogen durchzuführen; die ersteren sind häufig keulenförmig, bisquitartig oder besitzen eine Endigung in Schwalbenschwanzform, die Trichite sind oft gebogen und haarartig. In dieser Form krystallisirt gleichsam das Neutralroth in dem peripheren Plasma der *Bryopsis*, während es in den tieferen Schichten in besonderen metachromatisch sich verhaltenden Vacuolen gespeichert wird. Die beiden Plasmen legen ein heterogenes Verhalten an den Tag. — In der Pflanzenzelle kommen einerseits Krystalloide der organisirten Substanzen, die quellbar sind, neuerdings aber zu den wahren Krystallen wegen ihrer Zugehörigkeit zum hexagonalen und tesseralen System gerechnet werden, sowie Krystalle von Kalkoxalat, die je nach dem Wassergehalt und Concentration der Lösung sich im Sinne des tetragonalen oder monoklinen Systems entwickeln, und Krystalle von phosphor- und kohlensaurem Kalk in erster Linie vor. —

Unter dem Einfluss gewisser Stoffe, der Vitalfarbstoffe, wie Neutralroth, treten gewisse Substanzen in Granulaform auf, die in den Netzmaschen vorkommen, zur Ernährung und Verdauung in einem gewissen Zusammenhang stehen und bei der Einwirkung der besagten Stoffe kugelförmig sich zusammenballen. Die erwähnten Stoffe wirken als eine Art von „Reiz“, der zur Abgabe von Wasser aus der enzymatischen Substanz führt, die mit chemischer Aenderung und Polymerisation verbunden ist. Eine analoge Erscheinung findet man vielleicht in der Abscheidung des Protoproteins in der Gestalt der von O. Loew und Bokorny untersuchten Proteosomen unter dem Einfluss von Coffeinlösungen, die zum Theil in Vacuolen, wo sie Brown'sche Molecularbewegungen ausführen, oder direct im Cytoplasma sich voll-

zicht.[1]) Doch kann man ihnen rücksichtlich ihres doch nicht regelmässigen Auftretens und des Vorkommens im Paraplasma nicht die Bedeutung im Sinne der beiden Autoren zuschreiben. Das Plasma regenerirter Epithelzellen von *Triton alp.* erschien in Coffeinlösungen nur wasserärmer, lichtbrechender; beim *Actinosphaerium* entstanden im Ectoplasma grössere Vacuolen. — Die erstere Reaction ist mit keiner Schädigung des Plasmas verbunden; in todten Zellen findet sie nicht statt. Beim *Paramaecium* kommen diese mit Neutralroth sich färbenden Körnchengebilde in den Structurmaschen vor, erscheinen bei höherer Einstellung zinnoberroth, bewegen sich lebhaft, sind etwas lichtbrechend und scheinen sich zuweilen abzuplatten. Oft treten mehrere kleinere Körnchen neben einem grösseren auf. Sie verdeutlichen die Cyclose, die ihrer Bewegung zufolge bei 19° C. durchschnittlich in 1·28 Minuten einen Umlauf vollführt, die Excretkörnchen bewegen sich langsamer (2·18 Minuten). Das *Paramaecium caudatum* hat ca. 220 μ im Mittel Länge und es wird hier vom Plasma in 1·28 Minute über 440 μ zurückgelegt. Die mittlere Geschwindigkeit in den Plasmodien mancher Myxomyceten beträgt bis 10 Mm. in der Minute. Die Cyclose ist einerseits auf den labilen Wabenaufbau und das festere Gefüge im Inneren der Zelle um den Kern, andererseits auf die endosmotischen, allenthalben stattfindenden Vorgänge vielleicht zurückzuführen. Eine Art künstlicher Cyclose kann man herstellen, wenn man Alkohol mit Tusche als feine Emulsion in einen Oeltropfen hineinbringt. Bei der Conjugation vollzieht sich der Umlauf etwas schneller, doch ist er etwas unregelmässiger und die ihn markirenden rothen Körnchen erscheinen grösser, sind auch mehr ziegelroth gefärbt und entfärben sich beim Zerfliessen sehr rasch. —

An sowie in der Stielmuskelscheide der *Vorticella monilata T.* sind ferner besondere helle Körnchen eingelagert, die sich röthlich färben, wogegen die oberflächlichen pflasterartig angeordneten tuberkelartigen Granulationen sich mit Neutralroth in keiner Weise tingirten; sie besitzen central oft eine Höhlung. Auch an der Basis der *Cothurnia pyxicola* nehmen gewisse Körnchen electiv den Farbstoff an. —

Von besonderem Interesse sind schliesslich auch die von M. Schultze schon beobachteten, ziemlich grossen hellen Körper im Plasma der *Polystomella strigilata*, die selbst wieder einige wenige grössere und kleinere, etwas lichtbrechendere festere Körnchen enthalten; durch Essigsäure und verdünnte Kalilauge können sie langsam zum Verschwinden gebracht werden; man könnte sie viel-

[1]) O. Loew, Die chem. Energie der lebenden Zelle. München 1899.

leicht mit den Körpern im Plasma der *Gromia Dujardinii* vergleichen, die etwas bräunlich sind, sich aber in der Schwefelsäure nicht lösen, mit Jod- und Schwefelsäure färben sie sich schwärzlich.

Auf färberischem Wege wurden bezüglich des Wesens und des Aussehens der Granulationen und der Einschlüsse bei den Protozoen schon früher mehrfach Untersuchungen angestellt, so von Monti Rosa (S. granulazioni d. P. Boll. scientif. Ann. 17, No. 1), A. M. Przesmycki (Ueber Zellkörnchen b. d. P. Biolog. Centralblatt, XIV) u. a. Doch muss man gerade in dieser Hinsicht im Ziehen weitgehender Schlüsse sehr vorsichtig sein, da Fixirungsmittel mit starken Affinitäten den Färbungseffect der complicirten Eiweisskörper modificiren, wie auch die weiteren Manipulationen (Auswaschen etc.) oft störend einwirken, wie ich mich bezüglich der Granulationen der Leydig'schen Zellen der Axolotlarven zu überzeugen die Gelegenheit hatte. —

An dieser Stelle sei nur noch folgender Beobachtungen gedacht: Beim *Chilodon uncinatus* Ehrb. kommen im Plasma normal nur wenige Excretkörnchen vor, hauptsächlich aber Glanzgranula und einzelne chromaffine Körnchen von verschiedener Grösse, die sich mit Neutralroth in der Nuance von blassrosa bis dunkelroth färben, sowie schliesslich zahlreiche mattere, mehr peripher liegende Granulationen, die einen Uebergang zur Hyalogranula bilden. In conjugirten Thieren sammelte sich besonders im oberen Zelltheil die mit Neutralroth tingirte Körnelung an. Nach der Conjugation findet man seitlich neben dem Grosskern zahlreiche Excretkörnchen, von denen die grösseren auch eine Art von Höhlung besitzen, und daneben zerstreut die mattere helle Granulation, die sich durch eine Art Spaltung zu vermehren scheint und sich mit Bismarckbraun, Congoroth, Thyonin, Säurefuchsin und Hämatoxylin nach der Conservirung mit der Flemming'schen Flüssigkeit (abgeändert nach Cori) färbt; mit Bismarckbraun, Thyonin und besonders den beiden letztgenannten Farbstoffen tingirte sich auch eine feinere Granulation an den Wabenecken, die sich sonst mit Alauncarmin allein von allen Einschlüssen färbt. — Eine Amöbe mit vielen ovalen Kernen, die aber auch bezüglich der Grösse und Beschaffenheit der *Am. proteus* ungemein ähnlich war, und die ich nur einmal an den Wänden der Aquariengläser in Prag fand, zeigte nach der Conservirung mit der Flemming'schen Flüssigkeit und Nachfärbung mit Pikrocarmin verschiedene Granulationen in blasser Tinction; mit Cochenillealaun traten dunklere Kügelchen von verschiedener Grösse in einer Art Vacuole auf. Diese scheinen mir aber unverdaute Nucleinstoffe zu sein; sie werden auch ausgestossen und haften an

der Amöbenoberfläche; in Alveolen fanden sich auch längliche pyramidenartige, wetzsteinähnliche Kryställchen, deren grössere Formen seitlich abgestumpft waren; mit Jodjodkalium veränderten sie sich etwas, lösten sich in Schwefelsäure sowie Kalilauge auf; die Murexidreaction gelang nicht. —

Auf Grund der bisherigen Untersuchungen kann man vermuthungsweise bis jetzt nur Folgendes aussagen:

Die rundliche Mikrogranula wurde nicht überall nachgewiesen, sie ist ferner nicht immer gleichmässig und zahlreich vertheilt, und man kann sie nur als eine der ersten Stoffwechselbildungen, als eine Verdichtung und Concentration organoider Substanz auffassen, die sich noch durch Theilung, wie etwa die Mikrosomen der Mikrosomenstraten der Strahlung vermehrt. Sie kommt in den Structurwänden vor und fliesst gleichsam den Spannungsgesetzen folgend gegen die Knotenstellen ab, wobei sie dadurch und durch ihre blosse Gegenwart infolge des Contactes noch irgendwie den Lebensprocess beeinflusst; dort angelangt, bildet sie sich verändernd vielleicht zur Hyalogranula um, die dann ihren Ort oft verlässt und sich in die paraplastischen Structurräume begibt und hier weiter sich verändert. Beide Körnelungen sind hinfälliger als die Glanzgranula und verschwinden bald nach dem Zelltode oder verändern sich. Die Leukogranula ist eine mehr ectoplasmatische, aber analoge Bildung. Gleichsam als noch mehr ihrer Vitalität beraubt und einen noch weniger integrirenden Bestandtheil der lebenden Zelle bildend, ist die Glanzgranula aufzufassen, die in den paraplasmatischen Structurhohlräumen vorkommt und dort Molecularbewegungen, die bezüglich ihrer Art und Stärke zu den Lebensvorgängen in einem correlativen Verhältniss stehen, ausführt. Bemerkenswerth ist ihre sowie zum Theil schon der früheren Granulationen gedachte concentrische Schichtung, die zuweilen eine Höhlung umfasst, indem der weiche innere Bildungskörper schwindet; ihre weitere Beschaffenheit wurde schon früher erläutert. Auch bei den Metazoen fand ich vielfach ähnlich geschichtete Granulationen. Die Granulationen sind nicht gleichmässig in der Zelle vertheilt, sondern häufen sich entweder peripher oder im unteren Theile des Zellleibes an oder bringen eine gewisse Schichtung in diesem wie bei den Rhizopoden zum Ausdruck und deuten hiedurch eine Art von Polarität in der Localisation gewisser specieller Stoffwechselvorgänge in der Zelle an. Die Lagerung der Körnchen ist von ihrer jeweiligen Affinität zum Hyaloplasma und der für jede Art specifischen Consistenz und Rigidität des Plasma abhängig und verhält sich verschieden in sich theilenden

Zellen, Cysten, Syzygien, sowie regenerirenden Zellen (*Ulva, Bryopsis. Ectocarpus,* Hypotrichen etc.).

Zum Schluss sei noch auf die für weitere Schlüsse und Betrachtungen vielleicht vom Nutzen sich erweisende Thatsache hingewiesen, dass nämlich in den Cysten die Molecularbewegung der besagten Einschlüsse sistirt oder abgeändert ist, dass hier vornehmlich Hyalogranula auftritt, ferner dass die Granulationen sich bei conjugirten Thieren, besonders den Ciliaten, vielfach verändern, was schliesslich auch noch von all den anderen Entwicklungsvorgängen der Protisten wohl gilt — doch sind dies Verhältnisse, die noch weiterer genauer Untersuchungen bedürfen und die aufs Innigste mit dem Problem der Natur des lebenden Plasmas, für das uns bis jetzt leider fast jede chemische Grundlage abgeht, im Zusammenhang stehen.[1])

* * *

Anhangsweise sei hier noch einiger ectoplasmatischen Structuren von Protozoen, die bei schwachen Vergrösserungen schon gewissermassen gestreift aussehen, gedacht.

Bei der *Condylostoma patens* (Taf. I, Fig. 26) zeigt der grosse Mittelstreifen eine feine alveolare, senkrecht angeordnete Structur; durch seine Mitte verläuft ein Streifen von entweder meist zu zweien aggregirten oder einzeln vorkommenden, ovalen länglichen oder sichelförmigen Körnchen, die in kleinen dicht anliegenden Vacuolen ruhen; zu beiden Seiten dieser Körnchenlinie findet man im Mittelstreifen hie und da zerstreut eine punktartige Granula von matter grünlicher Färbung; unter der Alveolarschichte ist auf optischen Querschnitten eine dünne, sehr undeutliche Schichte von Corticoplasma anzutreffen, der gegen die Alveolarschichte eine feine Körnelung zukommt, die aber gegen das Entoplasma hyalin ist. Die Netzwaben sind gegen das Entoplasma zu etwas länglich gestaltet und bergen in den Zwischenräumen grössere hirsekornähnliche oder ovale Granula, im eigentlichen Entoplasma findet man verschieden grosse, olivengrüne Excretkörnchen, spärliche prismatische Excretkryställchen, sowie in den oft gleichsam fädig ausgebildeten Wänden der Structuren punktartige matte Körnchen. In den Cilien konnte ich keine feinen Fädchen nachweisen. Der sogenannte Myophan ist

[1]) Weitere Literatur: G. Galeotti, Ricerche s. colorabilita della cellule vivanti. Z. f. wiss. Mikroskopie, 1884, Bd. XI; P. J. Mitrophanow, Ueber Zellgranulationen. Biolog. Centralbl., 1890, Bd. IX; A. Fischel, Ueber vitale Färbung v. Echinodermeneiern etc. Anat. Hefte, 1899, Heft 37; A. M. Przesmycki, Biolog. Centralbl. 1894, Bd. XIV u. 1897, Bd. XVII.

grünlich, erscheint gleichmässig gekörnelt (rauh) und verläuft seitlich in einer rinnenartigen Bildung, von der auf der einen Seite die Cilien entspringen. Die Cilien sind fast spitzig, zeigten basal eine Art von Verdickung und zerflossen unten blasenartig beim Absterben, wogegen die Cilien einer *Colpoda* aus dem Waldmoos fortwährend noch langsam schlagend wieder in ihrem ganzen Umlaufe varicöse Verdickungen erhielten.

Beim *Spirostomum ambiguum* Ehrb. sind in den gleichfalls netzwabig ausgebildeten Mittelstreifen zwei Reihen von Granula und zwar eine grössere, lichtbrechende, citronengelbe und eine weiter von ihr entfernte kleinere Körnelung, während dazwischen unregelmässig zerstreut matte, weissliche Leukogranula mit einer Art von centraler Höhlung gelagert ist. In dem feinen Zwischenstreifen verläuft etwas gewellt ein feiner fibrillenartiger Myophan.

Diese Structur kann man besonders genau über der gespannten Vacuole untersuchen (Fig. 23).

Bei einer *Blepharismaspecies* aus dem Waldmoos war die alveoläre Structur des Ectoplasmas förmlich einseitig gegen den einen Zwischenstreifen stärker ausgebildet und verkleinerte sich dann zusehends; wo die Structur deutlicher entwickelt war, formirten die feinen Granulationen einen Streifen, wogegen sie sonst zerstreut waren; im Querschnitt ist die Alveolarschichte sehr niedrig und unter ihr findet man fast nur spurenweise eine gekörnelte Schichte, die man eventuell dem Corticoplasma zurechnen könnte. Die Cilien inseriren seitlich vom Zwischenstreifen und sind basalwärts verdichtet und verbreitert; der Zwischenstreifen ist als ein dunkler bläulicher Canal von einer Flüssigkeit erfüllt.

Das Entoplasma ist dicht structurirt und führt verschiedene gelblichgrüne lichtbrechende Granulationen (Fig. 24).

* * *

Eine der merkwürdigsten Plasmastructuren hatte ich mehrmals die Gelegenheit bei einer marinen *Holostricha rubra*, die zahlreiche kleine (30 +) Kerne führte, zu untersuchen: In der oberflächlichen Plasmaschichte findet man wahrscheinlich aus veränderten Diatomin hervorgegangene, rothgelbe, fettig glänzende Körper, die besonders um die seitlichen Cirrenbasen, wo wohl der Stoffwechsel am stärksten vor sich geht, eine Art von geflochtener Kettenlinie bilden, während sie auf den Zwischenfeldern regelmässige Rosetten in bestimmten Abständen zur Darstellung brachten; dazwischen finden sich dieselben oft bisquitförmig gestalteten Gebilde zerstreut vor. In der ectoplasmatischen

Schichte, sofern man von einer solchen bei den Hypotrichen im eigentlichen Sinne des Wortes sprechen kann, wurden nun runde oder mässig ovale, scheibenartige Bläschen, d. h. grünliche, ziemlich gleichmässig doppeltcontourirte feine Ringe festgestellt, die mit einer im röthlichen Interferenzlicht erscheinenden Flüssigkeit erfüllt waren; sie selbst wurden aber noch durch eine helle rigide Substanz aneinander gekittet, so dass sie oft beim zunehmenden Deckglasdruck durch die darunter entstehenden Vacuolen, die bei ihrem fortgesetzten Wachsthum zwischen ihnen emportauchten, auseinander gerissen wurden, um später wieder zusammen zu treten. In dieser Kittsubstanz befand sich hie und da auch feine Granula. Die eigentliche Plasmastructur war erst unter dieser Schutzlage, die dem mittelalterlichen Kettenhemd bezüglich ihres Aussehens beim ersten Anblick nicht unähnlich war, genauer zu erkennen. Einzelne der besagten Bläschen erschienen seitlich eingeschnürt, als ob sie sich theilen wollten; beim fortgesetzten Deckglasdruck isolirt, nahm bald ihre Peripherie ein punktirtes Aussehen an und sie zerflossen (Fig. 27, 28).

* * *

Bei einer grösseren Stäbchenbakterienform aus feuchtem Waldmoos konnte ich nach Hämatoxylinfärbungen einen zarten Centralkörper, in dem Spuren von fast querverlaufenden Alveolarwänden nachweisbar waren, feststellen; an den beiden Polen der peripheren Region färbte sich eine Ansammlung feinster Körnelung, wogegen auf den Knotenpunkten des Centralkörpers gegen die periphere Zone oft vorspringend, zuweilen aber direct in ihr befindlich, roth-blaue Körnchen deponirt waren, die wohl mit denen, die Palla, Hieronymus und Bütschli beobachtet haben[1]), identisch sind. Neben diesen „normalen" Bakterien hatten einzelne einen kurzen Centralkörper, während die röthliche Körnelung fast die Hälfte des Stäbchens erfüllte (Fig. 29 *b*), andere trugen deutliche Stigmata einer Rückbildung, indem der Centralkörper als solcher in seiner Abgrenzung „gleichsam" verschwunden war und seine Körner auswanderten, wobei noch einzelne ganz ausserhalb an der Peripherie hafteten; zuletzt waren die Bakterien klein, oval, unansehnlich und mit wenigen Körnchen ausgestattet; sie scheinen auf diese Weise sich zu verjüngen oder ganz zu degeneriren. Später im August fand ich einzelne derselben Formen, in denen

[1]) O. Bütschli, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig, Engelmann, 1896.

nun mehrere grössere, runde, mit einer undeutlichen Structur ausgestattete Körper — sicherlich Sporen — entwickelt waren (Fig. 29 *g*).

Ausserdem hafteten an einzelnen vielfach gekrümmte Fäden, die aus glänzenden, durch eine Schleimmasse verbundenen Körnchen gebildet waren — ich wüsste für sie keine andere Erklärung zu geben, als dass, zumal die Bakterien normal aussahen, sie wieder irgendwie parasitische Schizophyten waren (Fig. 29 *f*).

* * *

Im November 1898 fand ich in überaus grosser Menge den *Stentor igneus* Ehrb. im freischwimmenden Zustand im Heustadelwasser im Prater bei Wien; derselbe erwies sich als sehr deutlich positiv heliotropisch. Im farbigen Sonnenbilde [1]) sammelten sie sich besonders in Gelb, dann aber auch etwas in Blau an. Da sie Zoochlorellen führten, so ist dieses Resultat auf die assimilative Thätigkeit der chlorophyllführenden Symbionten und auf die Aenderung der Sauerstoffspannung zurückzuführen.[2])

Diese interessante Stentorform besitzt an dichten, engen äusseren Streifenzonen zahlreiche unregelmässig angeordnete dunkle, violettröthliche bis indigoröthliche Körnchen, die bei höherer Einstellung grünlich, etwas lichtbrechend erscheinen; sie sind besonders stark zwischen den Membranellen angehäuft, oberhalb deren noch ein dunkler Pigmentstreifen verläuft. Die Körnchen lösen sich in Essigsäure langsam auf und verfärben alsdann das Plasma violettröthlich, in Jodlösungen geben sie keine auffallende Reaction, Osmiumsäure löst das Pigment nicht auf, greift es nur an, es hebt sich aber dann eine Art von Schleimdecke, insbesondere in der Nähe der Membranellen ab, die sich später leicht bräunt; concentrirte Kalilauge löst die Körnchen auf. In der äusseren Schichte des Plasmas findet man eine Unzahl von Zoochlorellen (Fig. 30), deren Chloroplaste entweder ausgebuchtet, gefaltet, kappenartig oder

---

[1]) Ich benutzte hiezu Lösungen: für Roth: Jod im Schwefelkohlenstoff, Gelb: Kalibichromat, Grün: Chlorkupfer (Farbe etwas matt), Blau: schwefelsaures Kupferoxydammoniak; mit Ausnahme der ersten Flüssigkeit, die in einer platten Kufe aufbewahrt wird, kann man alle übrigen zwischen zwei Gläser giessen, deren Seitenwände aus mit Canadabalsam zusammengeklebten Glasstreifen gebildet sind.

[2]) Nach Čelakovsky (Einige Beziehungen zur Athmung und Bewegung aërober Organismen. Referat von Němec im Bot. Centralbl., Nr. 28, 1899) beträgt die minimale Sauerstoffpression für Stentor coeruleus 2·6—3·2 Mm. Hg, für Monas guttula 0·6 Mm. Hg. Mit einer Steigerung des Durchmessers ist auch eine Erhöhung der Sauerstoffspannung verbunden, wenn die Athmung nicht ausschliesslich auf die periphеrische Plasmaschichte gebunden ist.

nierenförmig sind, seitlich von diesen kommt das helle, etwas lichtbrechende Plasma zum Vorschein, das von einer deutlichen Membran nicht umgrenzt ist; wenigstens konnte ich nur nach Zusatz von Essigsäure eine äussere dichtere, nicht weiter abgegrenzte Plasmaschichte zur Darstellung bringen.

Im oberen hellen Plasmatheil sieht man entweder ein grösseres, oft geknicktes lichtbrechendes Körnchen oder zwei ovale Körperchen, oder wieder drei bis vier kleinere Granulationen, die mit Jod keine Reaction lieferten, nach Zusatz von Neutralroth aber eigenartig ziegelroth erschienen; daneben kommen aber auch Amylumkörner vor; nach der Jodtincturbehandlung kam schliesslich ein grösseres Korn in einer Art „Kerntasche“ im Innern der Zelle zur Darstellung, doch blieb es mir trotz Färbungen zweifelhaft, ob ein Kern hier vorliegt oder nicht. Oefters wurden Theilungsstadien beobachtet. Wurden die Zoochlorellen vorsichtig durch Druck isolirt, so blieben sie sowohl in der feuchten Kammer als in kleinen Tuben aufbewahrt, längere Zeit am Leben, theilten sich und assimilirten.[1]) In der Nähe des Stentorkernes, der oval ist, sich mit Congoroth schwach gelblichroth färbt, dicht „faserig“ und chromatinreich ist und eine Unzahl deutlich abgegrenzter Körnchen neben eigenartigen grünlichen, innen hohlen Binnenkörperchen enthält, findet man merkwürdigerweise fast immer Ballen, die von zerfallenen Zoochlorellen herzurühren scheinen und peripher zahlreiche, dem Pigment ähnliche Körnchen um einen inneren helleren Körper besitzen (Fig. 31). — Wurden die Stentoren nun im Dunklen gehalten, so gingen sie bis auf wenige meist nach 29—30 Stunden zugrunde. Setzte man solchen Dunkelculturen aber schon früher eine Spur von Neutralroth zu, so konnte man folgende Veränderungen stufenweise constatiren:

I. Die Zoochlorellen sammeln sich besonders unten im Thiere an und verändern ihre grüne Farbe in verschiedenen, Gelbgrün naheliegenden Nuancen. Um einzelne Zoochlorellen begann sich eine Partie von Entoplasma rosa zu verfärben, so dass eine Art von Plasmanest entstand; in der Nähe erscheinen dunkelröthliche Körnchen.

Analoge Verfärbungen der Chloroplasten konnten in der unteren Partie einer *Difflugia elegans* PENARD, wo der rohere Verdauungsvorgang vor sich geht, constatirt werden; oben fand

---

[1]) Vergl. BRANDT, Ueber morpholog. u. physiolog. Bld. des Chlorophylls bei Thieren. Arch. f. Anat. u. Phys. 1882, I. Th., sowie BÜTSCHLI in BRONN's Classen und Ordnungen.

ich dann rothgelbe bis brennend rothe, für diese Form ganz specifische Concretionen vom theilweise verdauten Chlorophyll.

II. Einzelne Zoochlorellen in dem Plasmanest wurden schmutziggrünlich, andere sind ausgesprochen gelblich-grün, das Plasma wird auf einer circumscripten Stelle gelbroth, die Zoochlorellen schrumpfen sodann etwas und färben sich dunkelgelbroth; in dem Plasmanest bilden sich einzelne dunkle Körnchen, die Molecularbewegungen ausführen, daneben sind einzelne lichtbrechende längliche oder hantelförmige Körper (Stärke?) anzutreffen.

III. Das Plasmanest wird schliesslich dunkelgelbroth; daneben treten viele weisse lichtbrechende Körper und einzelne rothbraune Körnchen auf; der Inhalt der Zoochlorellen wurde dunkel und ringsherum bildeten sich röthliche plattenartige Körperchen aus.

Behandelt man nun normale Stentoren in gleicher Weise, so treten im Entoplasma gleichfalls einzelne röthliche Plasmanester auf, während die nachgedunkelten Zoochlorellen peripher einen röthlich dunklen Körnchenbesatz tragen, daneben sind aber auch noch eigenartige helle, mässig lichtbrechende Körnchen anzutreffen, die sich nur an der Peripherie fast nach Art von Attmann'schen Granulationen rosa verfärben; sie scheinen zuweilen zu länglicheren Gebilden, die noch eine Art von Einschnürungen zeigen, zu verschmelzen (Fig. 33).

Aus diesen Beobachtungen scheint nun hervorzugehen, dass im Entoplasma zeitweilig die Zoochlorellen thatsächlich verdaut werden (Verfärbung des Plasmas, Veränderung der Chloroplasten bis zu dunklen Körpern, Auftreten des Peripherbesatzes aus dunklen violettröthlichen Körnchen, Auftreten von *a)* rothbraunen Kügelchen, *b)* weissen, rosa umsäumten Körnchen, *c)* runden bis löskindelartig gestalteten weissen Körpern [Stärke?]) und dass diese Verdauung im Dunkeln, da die Zoochlorellen absterben, rascher und an vielen Orten vor sich geht, bis einerseits der Stentor an einer Art von Uebersättigung und Ueberhäufung von Excretproducten andererseits aber an Erstickung zugrunde geht; daneben mag aber noch das Abgehen gewisser Producte, die die assimilirenden symbiotischen Zoochlorellen lieferten, auch eine gewisse Rolle spielen.

* * *

An einer rundlichen *Monasform* ohne „Augenfleck" und Mundleiste, die am Oberflächenhäutchen vorkam, konnte in einer kurzen Zeit ihre Kerntheilung untersucht werden. Die Thiere besassen zumeist eine Geissel, die in fast zwei Wellen schlug, neben dieser

kam aber nicht immer eine kurze Nebengeissel zum Vorschein. Thiere, die sich zur Theilung anschickten, erschienen im oberen Theile kolbig angeschwollen, bald erhob sich auch neben der alten Geissel ein anfänglich feines Fädchen, das alsbald zu einer mittellangen neuen weiter wachsenden Geissel sich entwickelte. Unter der Geissel erscheint das Plasma, das im unteren Theile dichter, körnchenreicher ist, lichter und alveolärer, gleichzeitig beginnt die neue Geissel unter fortgesetzter Dehnung und Streckung des Flagellaten langsam gegen das Hinterende zu wandern. An dem rundlichen, etwas grünlich lichtbrechenden Kern kann man dann die Membran als eine feine punktartige Linie unterscheiden; der Kern nimmt sodann eine ovale, später bisquitartige Gestalt an und beginnt sich unter Dehnungserscheinungen zu der bekannten zarten Hantelform umzugestalten; weitere Details sind wegen seiner Kleinheit nicht nachweisbar. Das Thier beginnt sich inzwischen meist von der einen Seite einzuschnüren. An den beiden Polen ist das Plasma verdichtet, matt bläulich und es treten zwei Vacuolen auf, die sich bei 19° C. ruckweise in 60 Secunden nach aussen entleerten. Auf diesen Stadien tauchte oft in der Mitte, unterhalb des sich inzwischen zu einem Faden verdünnenden mittleren Kerntheiles, eine linsenartige, helle Stelle auf, in der mässig lichtbrechende Körnchen einen Moleculartanz ausführten; oft wird seitlich (besonders bei zunehmendem Deckglasdruck) ein Theilchen Plasma, ein Nahrungstheilchen oder ein excretorisches Körnchen gleichsam auf einem zarten Plasmastiel nach aussen abgeschieden. Inzwischen hatte sich der Kern fast getheilt, die Plasmaeinschnürung rückte von der einen Seite gegen die andere stetig vor, bis die Thiere fast ganz durchgeschnürt waren, sodann begannen die Geisseln stärker zu schlagen, die Thiere legten sich oft ganz seitlich nebeneinander, bis schliesslich der letzte Verbindungsfaden zwischen beiden durchriss und die beiden Individuen oscillirend, zuweilen auch im Gegenzeigersinne rotirend, sich von einander entfernten. — Bei einer eben aus der Theilung hervorgegangenen grossen excentrischen marinen *Amoeba* quoll nach der Trennung das so blossgelegte Plasma hernienartig vor und umgab sich mit einer Niederschlagsmembran, es gewann den Anschein, als ob dieses plasmatische Stück zur Abschnürung gelangen sollte; nach 10 Minuten trat aber in ihm eine Vacuole auf und es wurde in das Zellinnere wieder aufgenommen. Von dieser *Amoeba* kamen auch amöboide kleine Schwärmerstadien zur Beobachtung.

Abgeschlossen September 1899.

* * *

Myxodiscus crystalligerus.

Nach den Sommerferien 1899 entwickelten sich in einem längere Zeit hindurch nicht durchgelüfteten Seewasseraquarium, das früher verschiedene der Adria entstammende Actinidae und Mytilus bevölkerten, zahlreiche Heliozoen, auf die mich zuerst Herr Priv.-Doc. Dr. K. C. Schneider aufmerksam zu machen die Güte besass und mir sodann ihre weitere Untersuchung überlassen hatte; es sei mir gestattet, ihm an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Die besagte Heliozoe, deren Habitus und innere Morphologie mit keinen der bisher bekannten und genauer beschriebenen Heliozoen übereinstimmte und die ich eben deswegen unter dem Namen *Myxodiscus crystalligerus* einer näheren Schilderung unterziehe, fand sich meistens auf der Dunkelseite des Glasaquariums in einem derart festsitzenden Zustande, dass fast immer nur etwas zerrissene Exemplare mit der Pipette gewaltsam losgelöst werden konnten. Der Durchmesser des Thieres schwankt zwischen 0·5—0·7 Mm.; sein Körper stellt ein längliches oder ovales und rundliches Protoplasmaklümpchen dar, das im auffallenden Lichte weisslich, im durchfallenden opak mit einem etwas dunkleren, selbst noch dunkler umsäumten Centrum ausgestattet erscheint.

Die Heliozoenzelle weist gleichsam eine polare Sonderung auf, indem sie mit der einen Seite dem Aquariumglase ansitzt und hier auch die verdauten Algen — vor allem Diatomeenreste — wallartig ausscheidet, wogegen die Gegenseite frei mit ihren zahlreichen Pseudopodien die Jagd nach der Beute besorgt; andererseits nimmt die Centralkapsel eine oft recht excentrische Lagerung ein; aus dem Centrum der Centralkapsel, um die das Plasma lichter gefärbt ist und fast eine circuläre eigenartige Structur zu besitzen scheint, strahlen allseitig zahlreiche, rasch sich verjüngende, etwas lichtbrechende blaugrünliche Strahlen aus, die mit einer knopfartigen Verdickung, central eine Art von Lücke in der Kapsel formirend, beginnen und rasch sich verjüngen; ihren Verlauf bis zur Peripherie konnte ich trotz aller Bemühungen nicht verfolgen. Diese Radien sind oft einseitig dichter ausgebildet. Unter der Centralkapsel ruht der gleichfalls excentrisch gelagerte Kern, der von einer Art dicken gallertigen Membran, die bei Anwendung von starken Vergrösserungen eine senkrechte „Strichelung“ zu besitzen scheint, umgeben ist. Sie besitzt aber selbst noch einen mikrosomalen Aufbau, so dass bei manchen Individuen eine concentrische Schichtenfolge zustande kommt. Der Kerninhalt selbst

ist ziemlich homogen, grünlich, etwas schimmernd und färbt sich lebhaft.

An der Oberfläche des schleimigen Zellleibes lagern unregelmässig zerstreut nicht übermässig viele, etwas gebogene, zugeschärft endende Stachelbildungen von verschiedener Grösse und Mächtigkeit; im allgemeinen konnte man kleinere feinere und grössere, die oft im mittleren Verlaufe plötzlich gewellt erscheinen, feststellen. Die Pseudopodien sind äusserst fein und scheinen peripher von einer Art von Schleimschichte bedeckt zu sein; in dieser führen runde, gelbliche lichtbrechende Körnchen, die sich mit Neutralroth in einer schönen ziegelrothen Nuance tingiren, Molecularbewegungen aus, ohne dass man im strengen Sinne des Wortes von regelmässigen Strömungen sprechen könnte. Die Pseudopodien durchkreuzen sich öfters und verschmelzen sodann zuweilen anastomosenartig an ihrem Kreuzungspunkt.

Von einer directen Sonderung in Ecto- und Entoplasma kann bei unserer Form wohl nicht die Rede sein; das innere, dem Entoplasma vergleichbare Plasma ist nach aussen hin von einer Zone von dunklen lichtbrechenden Körnchen oder Kryställchen abgegrenzt, welcher Rindenschichte eine dünne ectoplasmatische Hüllschichte folgt. Eine plasmatische Structur lässt sich nur mit Mühe beobachten; bei gehöriger Abblendung sieht man stellenweise in der zähen, grünlich-gelben Masse, die von vielen Granulationen durchsetzt ist, gerade noch eine dichte Netzstructur. In der centralen Plasmapartie kommt neben einer matten, äusserst feinen Mikrogranula noch eine gleichfalls feine Glanzgranula vor; ausserdem trifft man dortselbst stellenweise auch angesammelte längliche ovale, meistentheils aber runde hell-olivengrüne, eiweissartige Körper. Die Kryställchen stellen zumeist bläulich-grüne, stark lichtbrechende Prismen oder Pyramiden, selbst Deutropyramiden dar; nicht selten kann man knieförmige Zwillungsstücke beobachten.

Zur Nahrung dienen verschiedene Ciliaten, wie kleine Vorticellenköpfchen, deren Inhalt zuerst körnig trübe wird, dann aber, in das Innere des Thieres aufgenommen, sich bald verwandelt und verflüssigt. Am längsten bleibt die Membran und der Kern des Beutethieres erhalten. Das Diatomin der aufgenommenen Diatomeen verändert sich insofern, als es körniger und compacter wird und in den zahlreichen braunen glänzenden Kügelchen des schon gedachten Walles von Nahrungsresten glaube ich es in seiner am weitesten veränderten Gestalt wieder zu erkennen: es wird also derart ausgestossen.

Zwischen diesen Nahrungstheilen findet man fast immer eine kleine Cothurnia.

Vor dem Zerfliessen des Thieres werden die zarten Pseudopodien gegen ihre Basis zu sachte gesenkt und verfliessen sodann oft zu einer Art von Schleimnetz, wobei die specifische Körnelung in vortrefflicher Weise zum Vorschein kommt; später fliesst das Plasma tropfenartig stellenweise zusammen, um langsam zum Theil auch noch in das Innere des Thieres zurückzukehren.

Einmal wurde ein Thier mit zwei kleinen getrennten Centralkapseln und zwei aus der Theilung hervorgegangenen, mässig ovalen, auf der Gegenseite noch gestreiften, durchgeschnürten Kernen beobachtet (Taf. II, Fig. 1 und 2).

Phacodinium muscorum m.

Im nach dem Regen gesammelten oder erst später befeuchteten üppigen Waldmoos aus Tannenwaldungen fand ich in wenigen Exemplaren eine Ciliatenform, die in allen Punkten mit der gewünschten Genauigkeit zu untersuchen ich zwar nicht in der Lage war, von der ich aber trotzdem eine Beschreibung und naturgetreue Abbildung hier liefere, da die besagte Form, soweit ich an der Hand der mir zugänglichen Literatur zu beurtheilen imstande bin, neu zu sein scheint und ich ihrer kaum in absehbarer Zeit habhaft werden kann. Dieses Protozoon nenne ich vorläufig *Phacodinium muscorum m.*

Die Gestalt der Ciliate ist, wie der gegebene Name schon besagt, seitlich comprimirt, linsenförmig, seitlich klafft nach Art einer Voluta- oder Buccinummündung eine eigenartige Peristomplattenbildung, deren noch weiter oben ausgebuchteter Rand im oberen Theile eine marginale Umbildung erleidet; auf dieser Platte sitzen zahlreiche starke membranellenartige Cilienbildungen, die einzeln seitlich vibrirend, periodisch das Bild einer Welle zur Anschauung bringen. Von der anderen Seite schiebt sich zum Theil eine andere Plattenbildung vor, die erst in der unteren Zellleibpartie in der Gegend der Vacuole mit einer sanften kurzen Ausbuchtung endet.

Zwischen diesen beiden Formationen verläuft eine einseitig etwas mehr ausgeschweifte, muldenartige Rinne, von der im unteren Theile etwa, trichterförmig beginnend, der nach oben gedrehte Schlund, in dem man einzelne cilienartige Bildungen wahrnehmen kann, abgeht. Seitlich besitzt der von einer grünlich-gelben Pellicula umgebene Zellleib sechs flache Wülste, an deren Kuppen in der

Längsrichtung etwa 20 zarte Cilien entspringen, die sehr hell sind, mit einer mässigen Verbreiterung beginnen und fast spitz enden; dadurch, dass sie seitlich schlagen, bewirken sie bei dessen Vorwärtsbewegung eine unausgesetzte Achsenrotation des Thieres. Der Grosskern, dem mehrere Kleinkerne seitlich ansitzen, ist wurstförmig und ziemlich dicht structurirt; er ähnelt dem Vorticellenkern, doch ist er etwas kürzer, gedrungener und bläulich-grün schimmernd.

Das helle Plasma ist fein structurirt und besitzt eine Art von Hyalogranula neben verschiedenen fettartigen Körnelungen und Excretbildungen. Die Vacuole bildet sich schon vor der Entleerung der alten, die sich durch einen deutlichen Porus successive gegen ein Punctum fixum, wobei das Plasma faltig erscheint, nach aussen entleert. Sie pulsirte in 45—50 Secunden. Die Nahrungsvacuolen lösen sich wie beim Paramaecium ab, das Thier verhält sich bei der Nahrungsaufnahme, die unter Vacuolenbildung sich vollzieht, meistens ruhig; in den Vacuolen sind zum grossen Theil Schizomyceten anzutreffen. Beim Absterben zerfliesst das Thier nicht sofort, sondern wird trübe, matt, wobei die Pellicula anfangs gleichsam zusammenschrumpft, um erst später plötzlich zu zerfliessen (Taf. II, Fig. 3).

1. November 1899.

* * *

Nachschrift: Die Schleppgeissel eines marinen Entosiphon zeigte nach der Essigsäurebehandlung eine helle, vermuthlich selbst alveoläre, cylindrische centrale Differenzirung, die von zwei deutlichen Doppelcontouren umschlossen war. — Bei der Oxyrrhis entstehen die Geissel von Anfang an aus einer plasmatischen hellen Wölbung als zarte Plasmaspitzchen, während die Cilien des ersten Wimperkranzes des Dinophilus aus einer vibrativen Plasmaleiste, die sich zerklüftet, sich entwickeln.

Tafelerklärung.

Allgemeine Bezeichnungen:

nucl. Nucleus.	*crtp.* Corticalplasma.
pl. Plasma.	*glgr.* Glanzgranula.
vc. Vacuole.	*lgr.* Leukogranula.
ecp. Ectoplasma.	*z.* Zwischenstreifen.
enp. Entoplasma.	*r.* Reussenapparat.
mf. Myonem od. Myophan.	*pn.* Plasmanest.
alv. Alveolarschichte.	*dt.* Detritus.

Taf. I.

Fig. 1. *a, b, c* Copulationszustände von *Euglypha alv. Duj.* 1 *c, d, e,* Verbindung der Kerne. (Gez. Obj. 7, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 2. Copulation von *Trinema enchelys* Ehrb. (Gez. Obj. Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, u. Ocul. 8 Reichert.)

Fig. 3. Sog. Reductionstheilung der *Nebela collaris* Leidy. (Gez. Obj. 7, Ocul. 4, Reichert.)

Fig. 4. Verschmelzungszustände der Kerne einer jungen *Amoeba terricola* Greeff. *a* = ein gew. Individuum, *b, c, d, e* verschiedene Kernstadien, *f* = ein fast normaler Kern. (Gez. Obj. Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, u. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 5. Zwei junge Nebelen in einer alten leeren Schale; die eine von oben gez.

Fig. 6. *Euglypha compressa Carter.* mit vielen Fortpflanzungskörpern. (Beide Gez. Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 7. Zuerst in einer Plastogamie verbundene, dann encystirte *Difflugia elegans* Penard. Linke Schale leer. (Gez. Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 8. Cyste von *Difflugia elegans* mit Fortpflanzungskörpern. (Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 9. Umrisszeichnung einer Doppelschale von *Difflugia elegans.*

Fig. 10. *a) Trinema enchelys* Ehrb. mit Fortpflanzungskörpern, *b)* einer stärker vergrössert. (Ocul. Im. $^1/_{12}$ Leitz, Ocul. 4, 1000fache Vergr.)

Fig. 11. Theilungsstadien der Schale von *Platoum stercoreum* Cienk. b. in der Aufsicht. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 6 Reichert.)

Fig. 12. Eine eigenartige Cyste von *Euglypha compressa*, um den Kern ist das Plasma ballenartig verdichtet, aussen eine Zone von senkrecht gestellten Excretkörpern.

Fig. 13. Copulation von *Chilodon uncinatus* Ehrb. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 14. Spindel der *Trinema enchelys* Ehrb. (Oelim. $^1/_{12}$, Ocul. 4 Leitz. 1000fache Vergr.)

Fig. 15. Parasitäre Körper aus einer *Trinema* (dtto.).

Fig. 16. Vorderende von *Chilomonas paramaecium* Ehrb. (Geisselstructur).

Fig. 17. Geissel einer *Euglenaform*, nach der Osmiumbehandlung feine Punktfäserchenstructur und bei * innere etwas lichtbrechende Verdichtungen. (Beide Homog. Im. $^1/_{12}$ 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 18. Vorderende einer limaxartigen *Amoeba*, das Entoplasma durchbricht eine Art Decke und stürzt eruptivartig vor.

Fig. 19. Analoge Erscheinung bei *Dactylosphaerium rad.* (Deckglasdruck).

Fig. 20 *a*. Ein sich bildendes und ein rückgebildetes Pseudopodium von *Dactylosphaerium rad.*

Fig. 20 *b*. Feinere Structur in der Nähe des Pseudopodiums.

Fig. 21. Ein Theilstück einer durch Wasserzusatz gereizten *Amoeba terricola*, unter der Hautmembran und gegen das Entoplasma zu Netzstructur, verbunden durch „Faserbildungen".

Fig. 22. Granulationen der *Amoeba terricola*. *a* = Mikrogranula, *b* = Glanzgranula in Alveolen, *c* = Hyalogranula.

Fig. 23. Rippen oder Mittelstreifen von *Spirotomum*, unten Alveolarstructur, oben einige Cilien.

Fig. 24. Rippen oder Mittelstreifen von einer *Blepharisma* aus dem Waldmoos, oben Alveolarstructur, seitlich vom Zwischenstreifen die Cilien, von denen zum grossen Theil nur die Basen gezeichnet sind.

Fig. 25. Entstehung der Peristomalcilien derselben *Blepharisma*.

Fig. 26. Querschnittsbild der Rippenstreifen zwischen zwei Cilien der *Condylostoma patens*; unten freie Granulationen.

Fig. 27. *a)* äussere Structur einer *Holosticha rubra*, *b)* entoplasmatische, fein netzwabige Structur derselben.

Fig. 28. Etwas schematisirte Anordnung der röthlichen Granulationen der *Holosticha rubra;* eine Seitencirre ist nur gezeichnet. (Von Fig. 18—28 $^1/_{12}$" 18 *b,* Homog. Im. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 29. Bakterien aus dem Waldmoos. *aa*, Centralkörper mit Wabenstructur; polare Verdichtung mit tinctiven Körnchen; *b*, auf dem einen Pol ist die Verdichtung besonders stark; *c*, vermuthliches Theilungsstadium; *d* u. *e*, degenerirende Bakterien; bei *d* tritt ein Korn aus; *f* lebende Bakterie mit parasitischen Kokken (?); *g*, dieselbe Bakterie mit Sporen. (Homog. Im. $^1/_{12}$, Ocul. 12, Leitz.)

Fig. 30. Verschiedene Formen d. Zoochlorellen, aus dem *Stentor igneus* Ehrb.

Fig. 31 *a*, *b*, *c*, *d*. Verschiedene Veränderungsstadien dieser in der Höhe des Kernes.

Fig. 32. Leukogranula des Stentor aus dem Ectoplasma.

Fig. 33. Mit Neutralroth an der Verdauungsstelle peripher sich färbende Körnchen.

Fig. 34. Innere feinere Glanzgranula des *Stentor igneus* Ehrb.

Fig. 35 u. 36. Zwei Verdauungsstadien aus einem „Dunkelthier" von *Stentor igneus*. *pn*. = ist das sich mit Neutralroth schwach färbende „Plasmanest".

Fig. 37. Granulationen des *Stentor coeruleus*, *a* = ectoplasmatische Leukogranula, *b* = grössere excretartige, olivengrüne Körper des Entoplasma, *c* = Glanzgranula, *d* = Mikrogranula.

Fig. 38. Einschlüsse von *Polystomella strigilata*; *a* = fettartige grünlichgelbe Kugeln und Ovoide, *b* = helle grössere Körper mit innerer feinerer Granulation, *c* = weniger lichtbrechende kleine Körnchen.

Fig. 39 *a*, *b*. Grösserer Excretkrystall von schwacher stahlblauer Nuance aus dem *Cochliopodium bilimbosum*, *b* = lichtbrechende Körnchen desselben Thieres und *c* = Mikrogranula.

Fig. 40. Kryställchen der *Nebela collaris* Leidy. (Fig. 30—40. Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 41. Theilungszustände eines Monasflagellaten, *b* = Wanderung der Geissel, *c* u. *d* = Ausstossung eines Excrettheiles, *f* = excretartige Kryställchen in Alveolen, *h* = peripher liegende mattere Körnchen, *g* = Glanzgranula aus der Mitte des Thieres. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 42. Eine kleine *Amoeba* aus dem Waldmoos. (Oelim. $^1/_{12}$, IV. Ocul. Leitz, 1000fache Vergr.)

Taf. II.

Fig. 1. *Myxodiscus crystalligerus*. Totalübersicht. Ocul. 4, Obj. 3.

Fig. 2. Ein Theilstück aus der Mitte des Thieres; die der Centralkapsel = *c* anliegende Fläche ist die freie Fläche, *ncl* = Nucleus, *nv* = Nahrungsvacuole, Ocul. comp. 12, Obj. Im. $^1/_{12}$, die zarte Radiärstructur um die Centralkapsel ist leider bei der Reproduction nicht gut zur Darstellung gebracht worden.

Fig. 3. *Phacodinium muscorum*. Ocul. 4, Obj. Oelim. $^1/_{12}$, *sch* = Schlund, *nv* = Nahrungsvacuole, *vc* = Vacuole.



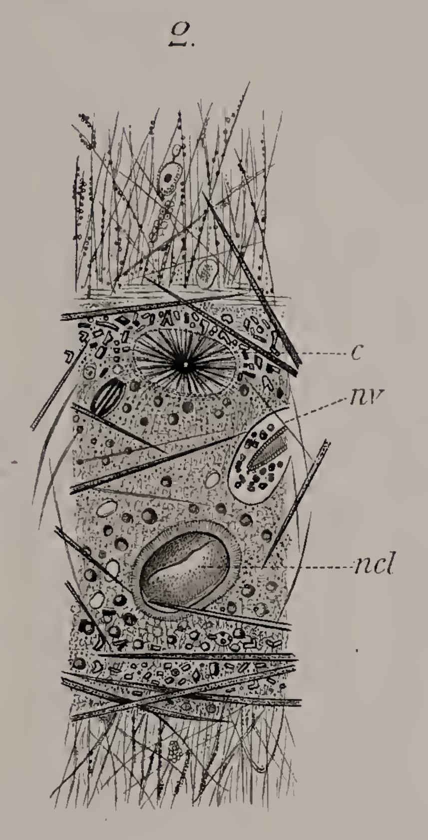
Aut. del.

Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien

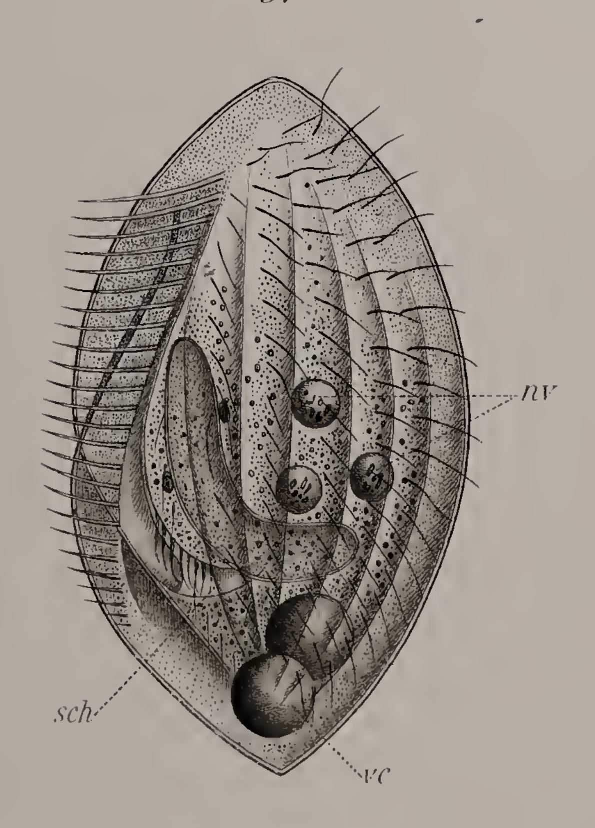
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

1.

2.



3.



Aut. del. Verl. v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien. Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Bau und Function der Nematophoren von Plumulariden.

Von

F. v. Pausinger.

(Mit 3 Tafeln.)

Den Anlass zu dieser Arbeit gaben die Betrachtungen K. C. Schneider's über die Nematophoren von Plumulariden in seinen „Hydroidpolypen von Rovigno, nebst Uebersicht über das System der Hydroidpolypen im allgemeinen", besonders die in dieser Arbeit aufgeworfenen Fragen über die morphologische Ausbildung der Nematophoren, und ob wir es bei diesen Gebilden mit Organen oder rückgebildeten Personen zu thun hätten.

Es handelte sich vor allem darum, morphologische Details an Schnitten und an lebenden Thieren zu studiren. Herr Prof. Dr. B. Hatschek überliess mir zu diesem Zwecke einen Arbeitsplatz am II. zoologischen Institute in Wien und einen an der k. k. zoologischen Station in Triest, wo sich Herr Prof. Dr. C. J. Cori um Herbeischaffung lebenden Materiales bemühte. Ich erlaube mir, beiden Herren meinen ergebensten Dank auszudrücken. Vielfach verpflichtet bin ich auch Herrn Privatdocenten Dr. K. C. Schneider, welcher mir mit Rath und That an die Hand ging.

An Plumularidenstöckchen finden sich neben den gewöhnlichen Polypen in grösserer oder geringerer tektonischer Abhängigkeit von denselben eigenthümliche Gebilde, die sogenannten Nematophoren. Diese besitzen meist eine besondere Theka und zeichnen sich in auffallender Weise durch die Fähigkeit aus, sich weit aus ihrer Theka hervorstrecken zu können, und auch dadurch, dass sie keine Gastralhöhle haben. Bei sehr vielen findet sich eine distale Theilung in einen Nesselkapseln tragenden und einen von Nesselkapseln freien Theil.

Diese Theilung wurde zuerst von Semper beobachtet. Er fand einen fast mannshohen Hydroidpolypenstock, bei welchem dem gewöhnlichen Polypen drei modificirte eng benachbart waren. In der unteren unpaaren Nematothek befand sich ein mundloser Polyp ohne Nesselzellen, die beiden oberen dagegen enthielten eigenthümliche Gebilde, von denen jedes eine mundlose Endigung ohne Nesselzellen und eine andere, mit einem Büschel von Nesselzellen besetzt zeigte.

Allman lässt die Nematophoren aus freier Sarkode bestehen, die eine grosse Ausdehnungsfähigkeit besitzt, so dass sie sich in lange Fortsätze ausziehen können. Auch Hincks spricht von einer sarkodeartigen, halbflüssigen Substanz, die imstande sei, sich amöboid zu bewegen und die vielleicht dem Ectoderm angehöre.

Hamann fand, dass die Nematophoren aus einem Ectodermschlauche mit einer von der Stützlamelle umgebenen Entodermachse bestehen. Die Fähigkeit der Ectodermzellen, Pseudopodien zu bilden, leugnet er und führt die langen Fortsätze, in welche sich der Nematophor ausziehen kann, auf die Thätigkeit von Muskelfibrillen zurück, welche das Ectoderm besitzt.

Merejkowsky unterscheidet an den Nematophoren einen beweglichen und einen unbeweglichen Theil. Der bewegliche Theil trage keine Nesselzellen, sei aber befähigt, sich in lange Fortsätze auszuziehen und an der Spitze Pseudopodien zu bilden.

Im unbeweglichen Theile fand er besonders bei *Aglaophenia pluma* ein Büschel von Nesselkapseln und einen Haufen einzelliger Drüsen. Nur der unbewegliche Theil enthalte eine Entodermachse, der bewegliche bestünde nur aus Ectoderm.

Auch an *Plumularia halecioides* unterscheidet er einen unbeweglichen und einen beweglichen Theil. Er hält die Nematophoren für degenerirte Polypen und stützt diese Meinung auf gewisse Degenerationserscheinungen an Polypen beim Eintritte ungünstiger Lebensbedingungen. Sie verlieren dann, wie er beobachtete, die Tentakel, der Gastralraum verschwindet, und das Ectoderm führt dieselben Bewegungen aus wie der Nematophor. Um die Pseudopodienbildung zu erklären, nimmt Merejkowsky an, die Ectodermzellen des beweglichen Fortsatzes seien in eine gemeinsame Plasmamasse eingebettet, welche er auch durch Anwendung von Osmiumessigsäure nachgewiesen haben will.

Weismann bestreitet das Vorhandensein dieser gemeinsamen Plasmamasse ganz entschieden. Er definirt die Nematophoren als Individuen, deren Gastralraum verkümmert und deren Ento-

derm auf einen dünnen Zellstrang reducirt ist und erklärt die früheren Angaben, dass die Nematophoren sich lang ausziehen könnten, für unrichtig.

Metschnikoff erwähnt der Nematophoren in seiner Arbeit über „intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren". Er hat gefunden, dass die Pseudopodien des Ectoderms von dem Carminpulver, welches er dem Wasser zugesetzt hatte, einzelne Körnchen aufnahmen. Er constatirte auch die lebhaften Bewegungen der Nematophoren, dass sie den Stamm umklammern, sich plattenförmig ausziehen und mit den Polypen in Verbindung treten. Er glaubt, dass die Zellen des beweglichen Endes zu einer gemeinsamen Plasmamasse verschmelzen. Liess er die Stöckchen lange Zeit in demselben Wasser, so beobachtete er, dass die Nematophoren mit den degenerirten Polypen in Verbindung traten und sie auffrassen.

Dadurch kommt er zu dem Schlusse, dass die Nematophoren im Haushalte der Hydroidenstöckchen eine grosse Rolle spielen, indem sie sie reinigen und die nekrotischen Theile aufzehren. Zur Vertheidigung dienen sie nur in zweiter Linie.

Die von Lendenfeld gefundenen Ergebnisse gehören nur theilweise hieher, weil die grossen, von ihm beschriebenen Nematophoren der australischen Hydroiden eine viel höhere Ausbildung zeigen als diejenigen, von denen hier die Rede sein wird. Amöboide Bewegungen fand er auch bei diesen. Das Ausstrecken der Nematophoren führt er zurück auf die Elasticität des blasigen Stützgewebes im Entoderm, das Zurückziehen auf die Contraction von Längsmuskeln. Lendenfeld nennt sie direct Wehrthiere und leitet sie von der Protohydra ab. Zuerst trete der Gastralraum zurück, dann würden die Tentakel solid, hierauf verwüchsen die Magenwände.

Driesch hält die Nematophoren für Organe, da sie sich in die von ihm aufgestellten Gesetze von den Verzweigungen nicht einfügen lassen. K. C. Schneider tritt dieser Ansicht entgegen und hält sie für reducirte Individuen: „Sind doch auch die Blastostyle als modificirte Polypen aufzufassen und ihre Vertheilung ist bei vielen Arten eine in gleicher Weise beliebige, ohne dass dadurch den für die Nährindividuen geltenden Gesetzen Zwang angethan würde."

Ehe ich nun an eine Darstellung der eigenen Untersuchungen gehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die verschiedenen Behandlungsmethoden zu sagen. Die lebenden Thiere wurden entweder sogleich unter dem von Wachsfüsschen gestützten Deckglase

oder in Objecttischaquarien untersucht oder in kleine Aquarien gegeben, wo sie jedoch trotz guter Durchlüftung nie viel länger als drei bis fünf Tage am Leben blieben. Tinctionen mit Neutralroth erwiesen sich am lebenden Thiere als sehr zweckmässig zur besseren Darstellung der Formveränderungen der Nematophoren. Besonders die eigenthümlichen Rückbildungserscheinungen an Nematophoren und Polypen und beider zusammen wurden dadurch deutlicher sichtbar als am ungefärbten Thiere. Zur Anfertigung von Präparaten wurden die Thiere mit Sublimat oder mit Perenyi'scher Flüssigkeit getödtet. Die 5 μ dicken Schnitte wurden auf die verschiedenste Weise gefärbt. Die besten Resultate ergab immer Hämatoxylin-Orange. Macerationsversuche hatten wenig Erfolg wegen der geringen Grösse der Objecte.

Aglaophenia pluma. L.

Nematophoren sitzen bei Aglaophenia sowohl frei am Stamme als auch in enger gesetzmässiger Nachbarschaft zum Polypen, und zwar ein unpaarer an der Aussenseite jedes Hydranthen und je ein Paar oberhalb desselben. Die Hüllbecher des Periderms (Nematothek) sind einkammerig (Taf. I, Fig. 1 u. 2). Der Nematokalyx des unpaaren verläuft in seiner ganzen Ausdehnung längs der Hydrotheka und communicirt durch ein Loch mit der Höhlung derselben. Beiderlei Arten von Nematophoren entspringen am Coenosark, und die Abhängigkeit des unpaaren Nematophors vom Hydranten ist nur scheinbar, nämlich durch den engen Anschluss seiner Theka an die Hydrotheka bedingt. Die Nematophoren am Stamme und die paarigen Nematophoren sind gedrungener und kürzer als der unpaare. Der anatomische Bau jedoch ist vollständig gleich; wir können sie daher zusammen besprechen. Schon bei Betrachtung von Totalpräparaten erkennt man ganz deutlich Ectoderm, Stützlamelle und Entoderm. Am distalen Ende theilt sich der Nematophor in zwei Theile, einen inneren, dem Polypen genäherten und einen äusseren. Diesen, vom Hydranthen abgewendeten Theil wollen wir Cnidostyl benennen, den zugewendeten aber Sarkostyl; das proximale, noch ungetheilte Stück des Nematophors wird am passendsten Hals genannt. Der Cnidostyl trägt ein Büschel von Nesselkapseln und ist seiner Form nach ziemlich constant, der Sarkostyl ist sehr veränderlich in seiner Gestalt. Das Vorhandensein eines Entoderms lässt sich oft nur durch die darin vorkommenden symbiotischen Algen und Diatomeen feststellen. Ein sicheres Kriterium gibt uns jedoch dieses Vorkommen nicht, da unter bestimmten Verhältnissen die Algen

und Diatomeen auch das Ectoderm bevölkern (Taf. I, Fig. 7). An Schnitten kann man sowohl im Sarkostyl als auch im Cnidostyl einen Fortsatz der Stützlamelle erkennen, jedoch ist das von derselben umhüllte Entoderm von sehr verschiedener Mächtigkeit. Einmal ist kaum die Stützlamelle als ganz feine Doppellinie nachzuweisen, ein andermal ist der Nematophor bis zu seiner distalen Theilung in Sarkostyl und Cnidostyl prall von Entoderm erfüllt. Besonders die paarigen Nematophoren haben oft den ganzen Kelch voll von algenhältigem Entoderm, so dass das Ectoderm nur mehr ein sehr dünnes Häutchen bildet.

Im Halse des Nematophors ist das Ectoderm ähnlich gebaut wie im Coenosark. Nur ist das Plasma hier spärlich, wenig compact, von Vacuolen durchsetzt, oft sogar erscheint das Plasma dieser Zellen auf dünne fadenförmige Stränge reducirt, so dass das Ectoderm gleichsam nur den Aufhängeapparat der Entodermachse am Periderm bildet (Taf. I, Fig. 4 u. 5). Einzelne Zellen sind stark vergrössert und vollgefüllt von lichtbrechenden Körnchen, die sich mit Orange sehr stark färben. Der Kern solcher Körnchenzellen ist im wandständigen Plasma eingebettet (Taf. I, Fig. 3). Aehnliche Gebilde finden sich auch im Hydranten. Längs der Stützlamelle verläuft ein Strang von contractilen Fasern, von welchen Ausläufer zu jeder einzelnen Zelle ziehen (Taf. I, Fig. 4). Ob dieselben typische Muskelfasern sind oder ob wir die Bilder dahin deuten müssen, dass der an der Stützlamelle inserirende Theil jeder Zelle aus compacterem Plasma besteht, das in erhöhtem Grade die Fähigkeit der Contractilität besitzt, wage ich nicht zu entscheiden. Der Bau des Ectoderms im Sarkostyl spricht für die zweite Annahme. Befindet sich nämlich der Sarkostyl in Ruhe, so inseriren die keulenförmigen Ectodermzellen mit ihrem spitzeren Ende, das der Muskelfaser entsprechen würde, an der Stützlamelle; das dickere Ende ist gegen die freie Fläche gewendet; im gestreckten Zustande dagegen können die einzelnen Ectodermzellen jede beliebige Gestalt annehmen und eine Unterscheidung in einen contractilen und einen aus gewöhnlichem Plasma bestehenden Theil ist nicht mehr möglich (Taf. I, Fig. 7 u. 14). Auch Macerationsversuche ergaben kein entscheidendes Resultat. Die Zellen, welche man als Epithelmuskelzellen ansprechen müsste, zeigten immer die oben erwähnte keulenförmige Gestalt, basal in eine lichtbrechende Spitze auslaufend. Das Plasma der Ectodermzellen des Sarkostyls ist von dichterer Consistenz als am Halse und hat oft stark lichtbrechende Körnchen eingelagert. Die Zellkerne sind etwas grösser als im übrigen Ectoderm und

weisen oft Theilungsfiguren auf. Das Ectoderm des Cnidostyls ist charakterisirt durch das Auftreten der Nesselbatterie (Taf. I, Fig. 8). Die Nesselkapseln sind 25·7 μ lang und sichelförmig gekrümmt. Die zugehörigen Zellkerne liegen im wandständigen Plasma entweder am basalen Pol, oder sie sind der Nesselkapsel in der Mitte ihrer Länge aufgelagert. Von jeder Nesselkapsel zieht gegen die Stützlamelle ein sich allmählich verjüngender konischer Fortsatz, der mit derselben in Verbindung zu treten scheint. Das proximale Stück des Nesselfadens ist in einer Länge, welche ungefähr der der ganzen Kapsel entspricht, mit einer dreifachen Spiraltour von feinsten Widerhäkchen ausgestattet, von welchen die letzten drei besonders stark ausgebildet sind. Von da an ist der Faden gleich dick und erreicht noch die acht- bis zehnfache Länge der Nesselkapsel.

Die Entodermachse der Nematophoren ist von verschiedener Mächtigkeit. Gewöhnlich bilden die spindelförmig gestreckten Zellen einen einfachen Strang, der bis zur Theilung des Nematophors in Sarkostyl und Cnidostyl verläuft; nach der Theilung ist an Schnitten oft nur mehr eine Fortsetzung der Stützlamelle in beide Theile hinein zu erkennen. Dagegen findet man Querschnittsbilder besonders von paarigen Nematophoren, welche das Entoderm sehr stark aufgetrieben zeigen, so dass das kolossal erweiterte Lumen der Stützlamelle prall ausgefüllt ist von dem symbiotische Algen enthaltenden Entoderm. Diese Auftreibung ist einer vermehrten Gewebszufuhr aus dem Coenosark zuzuschreiben, einer activen Einwanderung und Zellvermehrung. (Diese lässt sich aus den zahlreich auftretenden Kerntheilungsfiguren erschliessen.)

Eine passive Erweiterung des Stützlamellenschlauches kann erfolgen, indem die Ectodermzellen, welche die Entodermachse am Periderm suspendiren, sich contrahiren und die Stützlamelle auseinanderziehen, so dass sie sich im Querschnitte infolge der verschiedenen Zugrichtungen als Polygon darstellt (Taf. I, Fig. 5). In solchen Fällen stellen sich die Entodermzellen nicht mehr als in einem Strange hintereinander geordnet dar, sondern sie gewinnen eine grosse Aehnlichkeit mit den Entodermzellen der Tentakel. Nur der Umstand unterscheidet sie von den letzteren, dass sie noch nicht die starre apoplasmatische Structur des blasigen Stützgewebes angenommen haben und ihre Gestalt noch veränderlich ist.

Im gestreckten Sarkostyl ist oft nur ein Fortsatz der Stützlamelle zu erkennen, während im stark contrahirten das Entoderm wiederum ähnlich dem blasigen Stützgewebe der Tentakelachse

erscheint. Die Zellen sind nämlich wie die Münzen einer Geldrolle aneinandergereiht, und ihr Plasma ist stark vacuolisirt (Taf. I, Fig. 12).

Der Aufbau des Entoderms im Cnidostyl ist schwer zu erkennen, theils dadurch, dass beim Schneiden Nesselkapseln des Ectoderms die Stützlamelle zerreissen, in das Entoderm eindringen und so die Bilder verwirren, theils durch die vielen, stark tingirten Secretballen, welche oft das ganze Entoderm erfüllen und alle anderen Elemente verdecken. Selten gelang es, ein genaues Querschnittsbild zu bekommen. Da stellte sich nun eine neue Schwierigkeit ein; die Ausbildung des Entoderms im Cnidostyl ist sehr verschieden, sie ist abhängig vom Vorhandensein von Nesselzellen im Ectoderm und steht wahrscheinlich in einem gewissen Zusammenhange mit noch unbekannten physiologischen Functionen.

I. Beobachtung.

Der Seitenast der Entodermachse, welcher in den Cnidostyl hineinreicht, ist an seiner Ursprungsstelle dünn und aus den schon bekannten spindelförmigen Zellen zusammengesetzt. Dort, wo er dem Nesselpolster aufliegt, ist er aufgetrieben und nimmt jene charakteristische Structur an, wie das Entoderm in der Tentakelachse und im stark contrahirten Sarkostyl. Das ist der gewöhnliche Fall (Taf. I, Fig. 6).

Auffällig ist die Kleinheit der Zellkerne und eigenthümlich die Unterschiede in der Anordnung des Plasmas. Während bekanntlich in den Entodermzellen der Tentakel das Plasma central um den Kern gelagert ist und nur zwischen den grossen Vacuolen einzelne Plasmastränge gegen die Peripherie der Zelle ziehen, sind hier die Vacuolen kleiner, dafür aber umso zahlreicher. Das Plasma hat einen netzartigen Bau.

Ganz eigenthümliche Umbildungen treten an manchen Zellkernen auf, besonders an solchen, welche dem distalen Ende der Entodermachse genähert sind (Taf. I, Fig. 6, 9, 10).

Der Gehalt an Chromatin ist sehr reducirt, das sonst deutlich zu sehende Kernkörperchen ist nicht nachzuweisen, und nur einige Balken von Chromatin durchqueren den Zellkern. Oft sind auch diese nicht mehr vorhanden und nur die Kernmembran lässt noch erkennen, dass man es hier mit einem umgebildeten Kern zu thun hat. Da die von der Kernmembran eingeschlossene homogene Substanz beinahe denselben optischen Brechungsindex hat wie das Zellplasma, so wäre es oft nicht ganz leicht, diese Gebilde zu unterscheiden, wenn nicht das umgebende Zellplasma noch Spuren

zeigen würde von der charakteristischen Anordnung um den Kern wie im blasigen Stützgewebe der Tentakelachsen (Taf. I, Fig. 10).

II. Beobachtung.

Das Entoderm bildet, wenn die Nesselkapseln des Ectoderms verloren gegangen sind, den Hauptbestandtheil des ganzen Cnidostyls. Das Plasma ist zu einem feinen, wirren Faserwerke umgestaltet, welches grössere und kleinere Hohlräume durchsetzen (Taf. I, Fig. 9). Die Zellkerne sind so spärlich, dass sie an einzelnen Schnitten oft nicht nachweisbar sind und nur die Beobachtung von Serien deren Vorhandensein constatiren lässt. An peripheren Theilen verdichtet sich das Fasernetz zu einem undurchsichtigen Knäuel, der sich auf 5μ-Schnitten noch nicht entwirren lässt. Die Stützlamelle ist deutlich erkennbar, Zellgrenzen sind nicht nachzuweisen.

III. Beobachtung.

In einem dritten Falle fehlt die Stützlamelle, und es gelingt nicht mehr, die Grenze zwischen Ectoderm und Entoderm zu finden. Das ganze distale Ende des Cnidostyls bildet eine einheitliche Masse mit eingestreuten, oft wie im ersten Falle umgebildeten Kernen und Secretballen. Zellgrenzen sind nicht nachweisbar. Das Plasma ist von feinen Fasersträngen durchzogen Taf. I, Fig. 10).

Diese drei Fälle treten keineswegs immer ganz ausgesprochen auf; es gibt die mannigfachsten Uebergänge (Taf .I, Fig. 11). Sind die Nesselkapseln im Ectoderm noch vorhanden, so kann man das Vorhandensein eines Entoderms nur an den Secretballen erkennen, welche von der Stützlamelle umgeben sind. Diese Secretballen, welche sich beinahe immer vorfinden. berechtigen ebenso wie die später zu besprechenden Erscheinungen bei vitalen Färbungen zu dem Schlusse, dass das distale Ende des Cnidostyls drüsig differenzirt ist.

Gestaltsveränderungen.

Die Unterscheidung in einen beweglichen Theil des Nematophors und in einen unbeweglichen, wie sie von den Autoren getroffen wird, ist nicht vollständig richtig oder nur relativ zu nehmen. Der Cnidostyl ist nicht ganz unbeweglich, wie es beim ersten Anblick scheinen möchte, sondern das Ectoderm desselben zeigt besonders dann, wenn der Sarkostyl stark gestreckt wird, die verschiedensten Bewegungsphänomene. Seine typische Gestalt jedoch verliert er äusserst selten. Gewöhnlich ist seine ganze Bewegungsfähigkeit darauf beschränkt, dass die innere, dem Hydranten zugewendete Seite knollige Vorsprünge bildet oder feine Pseudopodien aussendet.

Degenerirt der Hydranth, so geht der Nematophor nicht mit demselben zugrunde, sondern lebt noch längere Zeit normal weiter, bis auch an ihm die ungünstigen Lebensbedingungen sich geltend machen und der Cnidostyl seine Nesselkapseln verliert. Letzterer verschmilzt dann sehr oft mit dem Sarkostyl.

Ein einzigesmal konnte an einem ganz kräftigen Nematophor folgende interessante Beobachtung gemacht werden (Taf. II, Fig. 2). Der Sarkostyl war so sehr gestreckt, dass seine ganze Masse schon zur Bildung des langen Fortsatzes verbraucht war. Da er noch immer das Bestreben hatte, sich weiter auszudehnen und noch mehr Zellmassen nach aussen zu führen, wurde auch der Cnidostyl mitgezogen. Die Nesselkapseln waren später längs des ganzen Fortsatzes verstreut zu finden, wo sie dann ausgestossen wurden.

Ganz hervorragend stark ausgebildet ist die Fähigkeit der Sarkostyle, ihre Gestalt zu verändern. Auf welche Anlässe hin die Sarkostyle besonders stark gestreckt werden, ist noch ziemlich räthselhaft. Oft blieben sie alle während der Beobachtungsdauer in Ruhe, manchmal wieder waren alle Sarkostyle eines Stöckchens so weit gestreckt, ineinander verschlungen und scheinbar miteinander verschmolzen, dass Hincks' Vergleich mit einem Netze von Sommerfäden nicht unpassend erscheint. Die an sehr heissen Sommertagen dem Meere entnommenen Stöckchen hatten beweglichere Sarkostyle, als diejenigen, welche schon längere Zeit in Aquarien gewesen waren. An vollständig kräftigen Stöckchen trat eine grosse Gestaltsveränderung oft dann ein, wenn neues, gut durchlüftetes Wasser zugeführt wurde. Zusätze von Neutralroth und Methylenblau bewirkten oft eine starke Streckung aller Sarkostyle. An solchen Stöckchen, welche längere Zeit in Aquarien gehalten wurden und einen Theil ihrer Lebenskraft schon eingebüsst hatten, was sich daran erkennen liess, dass die Hydranthen sich rückbildeten, konnten Fortsätze der Sarkostyle zur Beobachtung gelangen, die sich dadurch von den gewöhnlichen unterschieden, dass sie kürzer waren, aber mehr zur Pseudopodienbildung neigten. Wurden die Thiere längere Zeit unter dem Deckglase beobachtet, und hatte sich der Concentrationsgrad des Seewassers gesteigert, so trat oft eine starke Streckung der Sarkostyle ein.

Die Gestalt der Fortsätze ist sehr verschieden. Schickt sich der Sarkostyl an, sich zu strecken, so verschieben sich die Zellen in ihrer typischen, gegenseitigen Lagerung, werden schlanker und schmäler und bilden längs des ganzen Sarkostyls, besonders aber an der Spitze Pseudopodien, so dass oft der ganze Sarkostyl wie

von feinsten Härchen besetzt erscheint. Die Pseudopodien dienen dazu, den sich streckenden Fortsatz am Periderm festzuheften und eine stärkere Ausdehnung desselben zu ermöglichen.

Die Form der Pseudopodien ist sehr verschieden. Die Spitze des Sarkostyls zieht sich oft in grosse Scheinfüsschen aus, die denen einer Amöbe gleichen, dann wieder entstehen nur feinste Plasmaspitzen, die kaum mit einer Immersion wahrnehmbar sind. Wir können hauptsächlich zwei Typen unterscheiden (Taf. I, Fig. 15). Der erste entspricht der Pseudopodienbildung einer unter dem Deckglase gedrückten *Amoeba radiosa* (Bütschli). Ein helles Ectoplasma wölbt sich in einem breiten, dünnen Rande vor, gegen welchen das Endoplasma erst später nachrückt. Beim Zurückziehen bleiben einige Stellen der Peripherie an der Unterlage haften, so dass der ganze Rand in feine Lappen ausgezogen erscheint (Taf. I, Fig. 15 *a*). Eine starke Vacuolenbildung geht Hand in Hand mit dieser Erscheinung. Die gegen das periphere Ende gewendeten Vacuolen wandern centripetal und verschmelzen zu grossen Flüssigkeitstropfen, die sich bei abermaliger Pseudopodienbildung wieder in kleinere auflösen. Den zweiten Typus bilden spitze lange Pseudopodien, wie sie am Zottenbesatz des Hinterendes vieler Amöben auftreten. Das Plasma ist nicht deutlich umrandet und enthält wenige feine Granula. Ziehen sie sich zurück, so schwellen sie von Stelle zu Stelle an, bilden untereinander Anastomosen und werden stumpf und knorrig (Taf. I, Fig. 15 *b*).

Die wichtigsten Factoren, die eine Ausdehnung des Sarkostyls in die Länge bewirken, scheinen die Elasticität der Entodermzellen und die Contractilität des Plasmas in den Ectodermzellen zu sein. Die Elasticität der Entodermzellen wirkt im gleichen Sinne, wie in den Tentakel des Polypen, aber nur bis zur Wiederannahme der normalen Gestalt nach starker Contraction; darüber hinaus können wir nur mehr eine Verschiebung der Ectodermzellen auf Grund eigener Bewegungsfähigkeit (Plasmacontractilität) annehmen. Das Entoderm ist dann passiv. Die oft beobachtete, ganz ausserordentliche Streckung des Sarkostyls bis zu einem einzelligen Strang erklärt sich dadurch, dass sich die Spitze des Sarkostyls mittels Pseudopodien am Periderm festklebt, längs desselben weiter kriecht und dadurch den Sarkostyl noch mehr in die Länge zieht.

Die Formveränderungen des Sarkostyls sind sehr mannigfaltig. Gewöhnlich bewegt sich der zum unpaaren Nematophor gehörige durch die Communicationsöffnung zwischen Nematothek und Hydrothek hindurch, indem die vordersten Ectodermzellen sich langsam

in die Hydrothek hineinschieben und die Oeffnung ausfüllen (Taf. II, Fig. 1). Der innerhalb der Hydrothek befindliche Theil kriecht entweder gegen das proximale Ende des Hydranthen oder gegen den Rand der Hydrotheka, oder es kann eine Theilung eintreten und Fortsätze ziehen dann nach beiden Richtungen (Taf. I, Fig. 14). Die Spitze eines derartigen Fortsatzes ist entweder verdickt und haftet an einer Stelle fest, oder erscheint in eine Zellplatte ausgezogen, welche wieder die verschiedensten Gestalten aufweisen kann. Die Zellen sind der Längsachse der Platte entsprechend gestreckt und gewöhnlich polygonal.

Hauptsächlich in diesem Falle bilden sich Pseudopodien (Taf. II, Fig. 3). Zur Bildung einer Zellplatte ist ein grosses Material an Zellen nöthig, das dem gestreckten Fortsatze entnommen wird, so dass dieser auf einen dünnen, oft einzelligen Strang zusammenschmilzt, dessen Kerne spindelförmig in die Länge gezogen sind. Eine Verschmelzung der Zellen zu einer gemeinsamen Plasmamasse findet nicht statt. Die Zellgrenzen an den Fortsätzen und deren Endplatten können meistens schon am lebenden Thiere beobachtet werden und wurden am conservirten ganz bestimmt constatirt (Taf. I, Fig. 7 u. 14). Sowohl mit dem normalen als auch mit dem rückgebildeten Hydranthen verschmilzt der Sarkostyl oft. Eine solche Verbindung kommt entweder mit den Haftzipfeln des Hydranthen zustande oder direct mit demselben. Haftzipfel entstehen nämlich nicht allein am Ectoderm des Coenosarks (Weismann), sondern auch am Hydranthen, wenn er längere Zeit stark contrahirt war. Der rückgebildete Hydranth ist in seiner Körpermasse oft so sehr reducirt und so innig mit dem Sarkostyl verbunden, dass nur mehr ein geringer Ueberrest des Hydranthenentoderms, das sich durch die grosse Menge von symbiotischen Algen kennzeichnet, den Schluss auf das Vorhandensein eines rückgebildeten Hydranthen rechtfertigt (Taf. II, Fig. 4). Sonst könnte man glauben, man haben einen am distalen Ende sehr stark verdickten Sarkostyl vor sich, der gegen die Ursprungsstelle des Hydranthen am Coenosark gewendet ist. Es geht hier ein Verdauungsprocess des Hydranthen durch den Sarkostyl vor sich, dessen Einzelheiten noch nicht geklärt sind (Metschnikoff). Die Reduction des Hydranthen kann so weit gehen, dass von demselben keine Spur mehr nachzuweisen ist und der Sarkostyl mit dem Coenosark an derjenigen Stelle in Verbindung tritt, wo am normalen Cormus der Hydranth am Coenosark inserirt. Entoderm und Stützlamelle scheinen bei der Verschmelzung des Sarkostyls mit dem Hydranthen nicht betheiligt zu sein,

wenigstens konnte nie derartiges beobachtet werden; es wäre auch nicht leicht denkbar, dass sich hier ähnliche Vorgänge abspielen wie bei den Plumularien, deren Nematophoren einen Gastralraum erwerben, da das Lumen der Nematothek besonders am unpaaren Nematophor sehr eng ist. Der Sarkostyl kann bei seiner Streckung auch durch seine Kelchöffnung nach aussen gelangen (Taf. II, Fig. 3). Wie erwähnt, gelingt ohne Anlehnung an das Periderm nur eine mässig lange Streckung; man beobachtet dementsprechend regelmässig eine Anheftung der Sarkostylspitze an dem den Nematophor überragenden Hydranthenkelch. Längs desselben kriecht der Sarkostyl nun bis zum Rande der Hydrothek und bildet dort eine Zellplatte, oder knickt in einen spitzen Winkel um und ragt noch tief in das Innere des Hydranthenkelches. Löst er sich vom Periderm ab, so fluctuirt er frei im Wasser. Wichtig für die Auffassung dieser Functionen des Sarkostyls ist der Umstand, dass das in eine Zellplatte verbreiterte Ende oft durch Contraction des Sarkostyls längs der Hydrothek herabgleitet und alle Fremdkörper wie mit einem Staubtuche wegwischt.

Die Sarkostyle der paarigen Nematophoren haben womöglich eine noch grössere Bewegungsfähigkeit als die der unpaaren. So z. B. greift der Sarkostyl eines paarigen Nematophors gegen den oberen Rand der zugehörigen Hydrothek, biegt dort in einen rechten Winkel um und erstreckt seine Spitze bis zum unpaaren Nematophor (Taf. II, Fig. 1). Oder er windet sich spiralig um die Hydrothek und die Peridermhülle des Coenosarks, um in beiden Fällen mit einer Zellplatte zu endigen oder ganz wie eine Amöbe sich in lappige Fortsätze und hierauf in Pseudopodien auszuziehen. Nicht nur gegen die zugehörige Hydrothek wendet sich der Sarkostyl, sondern auch gegen die des nächstfolgenden Hydranthen (Taf. II, Fig. 2).

Mit dem rückgebildeten Polypen tritt auch der Sarkostyl des paarigen Nematophors in Verbindung. Mächtig angeschwollene Sarkostyle findet man an solchen Stöckchen, an welchen sich schon Rückbildungsprocesse der Polypen zeigen. Dies lässt darauf schliessen, dass sie einen Theil der Hydranthen abgelöst, mit sich gezogen und incorporirt haben, um ihn zu verdauen. Nesselkapseln, welche vom Cnidostyl oder Hydranthen abgestossen wurden, werden von den Fortsätzen des Sarkostyls aufgenommen und wahrscheinlich resorbirt.

Die Contraction der Sarkostyle geschieht, wenn nicht ein besonderer äusserer Reiz einwirkt, sehr langsam, im entgegengesetzten Falle aber ziemlich schnell innerhalb einiger Secunden und oft ruckweise. Die Spitze löst sich von ihrer Festheftungsstelle los, der Sarkostyl verkürzt und verdickt sich, ahmt oft täuschend

die Gestalt eines Tentakels am Hydranthen nach und kehrt in seine Ruhelage zurück. Hier lehnt er sich so innig an den Cnidostyl an, dass der Zwischenraum, welcher gewöhnlich die beiden distalen Theile des Nematophors trennt, vollständig verschwindet. Die tentakelähnliche Gestalt des sich contrahirenden Sarkostyls macht bisweilen eine Verwechslung mit einem Tentakel möglich, da oft auch ein Tentakel des Hydranthen durch die Communicationsöffnung zwischen Hydro- und Nematocalyx hindurch bis an den Nematophor heranreicht.

Ein langsames Zurückziehen des Sarkostyls kann leicht durch die Plasmacontractilität und die Elasticität der Stützlamelle erklärt werden; eine fast momentane Contraction ist besonders auffallend, weil Muskelzellen nicht nachgewiesen werden konnten. Durch den Druck des Deckglases oder durch plötzliches Zusammenziehen des gestreckten Sarkostyls kann der vorderste Theil desselben abreissen. Dieser bewahrt eine Zeit lang seine Lebensfähigkeit, bildet noch Pseudopodien; später ballt er sich zusammen und geht wahrscheinlich zugrunde. Das weitere Schicksal konnte nicht festgestellt werden; denn ohne Zufuhr von neuem, sauerstoffhältigem Wasser geht der ganze Cormus und auch der abgelöste Theil zugrunde und, führt man frisches Wasser zu, so wird er hinweggeschwemmt. Vielleicht vereinigt sich der Sarkostyl, durch chemotaktische Reize des abgetrennten Theiles geleitet, wieder mit demselben. Ein ähnlicher Vorgang wurde mit Sicherheit beobachtet. Ohne sichtbare Ursache hatte sich ein grösseres Stück eines wenig gestreckten Sarkostyls aus dem Zellcomplexe losgetrennt und klebte am Rande der Nematothek. Der Sarkostyl, der sich inzwischen contrahirt hatte, bewegte sich gegen den losgerissenen Theil hin, bildete, in nächster Nähe angelangt, an der zugewendeten Seite Pseudopodien, die mit demselben verschmolzen. Der Sarkostyl rückte allmählich nach und stellte die alte Verbindung wieder her.

In einem eigenthümlichen Verhältnisse (Symbiose?) steht die Vorticelle *Spastostyla Sertulariarum* S. Kent. mit dem Nematophor. Sie sitzt nämlich nicht nur auf verschiedenen Stellen der Hydrothek und Nematothek (Taf. I, Fig. 4 u. 6), sondern auch direct am Nematophor; hier bevorzugt sie den Zwischenraum zwischen Sarkostyl und Cnidostyl und den Sarkostyl selbst (Taf. II, Fig. 1 *Sp*). Der Platz am Sarkostyl bietet infolge des raschen, durch die Streckung bewirkten Ortswechsels für das Thier jedenfalls grossen Vortheil. Sitzt die Vorticelle im Raume zwischen Cnidostyl und Sarkostyl, so geschieht es, dass sie vom Nematophor vollständig incorporirt

erscheint, wenn sich nämlich der Sarkostyl zurückgezogen und über dieselbe hinweggelegt hat. Selbstverständlich ist der Stiel der Vorticelle dann vollständig contrahirt. Sobald durch eine Ausdehnung des Sarkostyls das Thier wieder frei wird, fängt es auch schon an, lebhaft mit dem Wimpern des Peristomfeldes zu schlagen.

Vitalfärbungen.

Tinctionen des lebenden Thieres wurden vorgenommen mit Neutralroth und Methylenblau. Die günstigsten Resultate ergab Neutralroth. Sehr schwache Lösungen, die kaum das Wasser färbten, hatten dieselben Wirkungen wie stark concentrirte. Nur war im ersten Falle die Wirkung eine langsamere und es wurde der ganze Farbstoff von den Thieren aufgenommen, so dass das Wasser wieder vollständig klar wurde; im zweiten Falle trat die Reaction sehr schnell ein.

Wir unterscheiden drei Elemente, welche Neutralroth imbibiren: 1. Drüsenzellen, 2. Granula, 3. Stoffwechselproducte. Drüsenzellen des Ectoderms, die sogenannten Körnchenzellen und Drüsenzellen im Entoderm, jene nämlich, welche sich am distalen Ende des Cnidostyls befinden. Der Terminus „Stoffwechselproducte“ wird gebraucht in Ermangelung eines besseren; die Natur und physiologische Bedeutung dieser Elemente ist noch vollständig unbekannt. Sie sind von sehr verschiedener Grösse und Gestalt und gleichen grossen Granulis. Die einen erreichen kaum die drei- bis vierfache Grösse der Granula, die anderen wieder die sechs- bis zehnfache. Auch ihre Gestalt variirt sehr, sie scheinen überhaupt an keine bestimmte Form gebunden zu sein. Wir finden kreisrunde, elliptische langgestreckte, einachsige und zwei- bis dreiachsige Formen.

Neutralroth.

Bald nachdem der Farbstoff dem Wasser zugesetzt war, trat eine deutliche Tinction ein. Granula und Stoffwechselproducte traten noch sehr wenig hervor, wenn die Drüsenzellen sowohl im Ectoderm als auch im Entoderm schon stark gefärbt waren. Diese erscheinen anfangs von einem stark roth gefärbten Netzwerke durchzogen, dessen kreisrunde (Taf. I, Fig. 13) oder ovoide Zwischenräume nur sehr hell carminrothe Tinction aufweisen. Nach einiger Zeit schwindet die starke Färbung des Netzwerkes, die Zwischenräume dagegen werden immer dunkler, bis sie endlich als einzelne Körnchen deutlich hervortreten. Diese Erscheinung können wir folgendermassen erklären: Die zwischen den einzelnen Körnchen eingelagerte Zwischensubstanz zeigt eine grosse chemische Affinität zu Neutralroth, nimmt also vor allem eine

starke Färbung an, wodurch sie im optischen Schnitte als zusammenhängendes Netzwerk erscheint. Sie gibt dann den grössten Theil des Farbstoffes an die Körnchen ab, so dass diese deutlich sichtbar werden. Der Farbenton der Drüsenzellen bleibt immer hellcarminroth. Inzwischen haben sich auch die Granula gefärbt. Diese treten nur sehr spärlich auf, mehrere in einem Bezirke vereinigt oder über den ganzen Nematophor zerstreut. Die von ihnen angenommene Farbennuance weicht bedeutend ab von der der Drüsenzellen; sie ist mehr ziegel- bis gelblichroth. Die Stoffwechselproducte sind an der Peripherie stärker gefärbt als im lichtbrechenden Centrum. Oft finden sich stärker gefärbte Stellen als Punkte und Linien im Innern. (Details, welche auf der colorirten Figur leider nicht zur Geltung kamen.) Die Farbe ist dieselbe wie die der Granula. Das sind die Erscheinungen, welche bald nach der Zusetzung von Neutralroth auftreten. Gibt man das Stöckchen wieder in ein gutdurchlüftetes Aquarium, so lebt es noch ebensolange, wie solche, die mit Neutralroth nicht in Berührung kamen. Wir können also mit Recht annehmen, dass das Neutralroth nicht giftig wirkt. Es möchte eher scheinen, als sei das Gegentheil der Fall, da die Sarkostyle von solchen Stöckchen, welche mit Neutralroth tingirt wurden, eine besonders lebhafte Gestaltsveränderung zeigen. Waren die Stöckchen nach der Färbung einige Stunden in frischem oder auch neutralrothhältigem Wasser belassen worden, so bot sich bereits ein wesentlich anderes Bild. Die gefärbten Stoffwechselproducte erscheinen in ihrer Anzahl reducirt, aber distincter gefärbt. Die früher so intensive Färbung der Drüsenzellen ist vollständig geschwunden, sowohl im Ectoderm als auch im Entoderm. In diesem Zustande verbleiben die gefärbten Theile des Nematophors, bis letale Erscheinungen auftreten. In diesem Falle lösen sich besonders von der Spitze des Nematophors einzelne Plasmamassen in kugeligen Klumpen ab, von denen jeder ein grösseres oder mehrere kleine Körner der erwähnten Stoffwechselproducte enthält, bis ein Zerfall des Plasmas auftritt, dasselbe sich diffus färbt und endlich die Farbe vollständig an das umgebende Wasser abgibt. Kernfärbungen treten nie auf.

Methylenblau.

Im allgemeinen ergab Methylenblau dieselben Resultate wie Neutralroth. Ein Unterschied besteht nur insofern, als das distale entodermale Drüsenpaket am Cnidostyl den Farbstoff begieriger aufnimmt als jede andere tingirbare Substanz im Nematophor.

Körnchenzellen des Ectoderms färben sich sehr schwer oder gar nicht, und die Stoffwechselproducte, welche hier das Reagens aufnehmen, scheinen sich von den mit Neutralroth tingirbaren zu unterscheiden. Ganz wie bei Färbungen mit Neutralroth, verlieren auch hier die Drüsenzellen nach einiger Zeit ihre starke Färbung und nur Stoffwechselproducte und Granula bleiben gefärbt.

Combinationen.

Setzt man dem Wasser, in welchem die Stöckchen gehalten werden, Neutralroth und Methylenblau zugleich zu, so tritt eine prachtvolle Doppelfärbung ein, die genau die chemische Verwandtschaft der verschiedenen färbbaren Substanzen zu den beiden Reagentien erkennen lässt. Das Neutralroth wirkt zuerst, und zwar an den Körnchenzellen, dann färbt sich das entodermale Drüsenpaket blau; allmählich die Stoffwechselproducte theils roth, theils blau. Manche Nematophoren sind so reich an solchen ectodermalen Körnchenzellen, dass das ganze Ectoderm davon erfüllt ist. Diese färben sich im Gegensatz zu den blauaufnehmenden, entodermalen Drüsen sehr stark roth und so sind die beiden Schichten des Körpers beinahe wie in einer schematischen Zeichnung genau unterschieden (Taf. I, Fig. 13).

Ein durchgreifender Unterschied zwischen jenen Stoffwechselproducten, welche blau, und jenen, welche roth tingirt werden, ist nicht nachzuweisen; nur hätte es beinahe den Anschein, als ob die ohne Vitalfärbung schon sichtbaren, krystallähnlichen Körnchen an der Oberfläche des Ectoderms zum grössten Theile sich blau färbten, die in der Tiefe liegenden, sonst unsichtbaren, roth. Wie schon erwähnt, geben die Drüsenzellen von vorher mit Neutralroth gefärbten Stöckchen nach einigen Stunden den Farbstoff vollkommen von sich, und nur Stoffwechselproducte und Granula bleiben gefärbt. Lässt man nun auf diese Thiere Methylenblau einwirken, so tritt binnen sehr kurzer Zeit eine intensive Tinction der Entodermdrüsen auf. Auch einige lichtbrechende Körnchen im Ectoderm und Stoffwechselproducte färben sich, so dass wiederum eine Doppelfärbung zutage tritt. Gleichgiltig, welcher Farbstoff verwendet wurde, immer konnte in den Fortsätzen und distalen Verbreiterungen der Sarkostyle ein Phänomen beobachtet werden, das auffällige Analogien zeigte mit denjenigen Erscheinungen, welche bei Protozoen und den rothen Blutkörperchen des Frosches auftreten. An verschiedenen Punkten bildeten sich scharf umschriebene Stellen mit hellroth gefärbtem Inhalte, gewöhnlich noch im Innern mit einem tief

dunklen Centralkörper. Dieser war von rundlicher Gestalt, liess oft noch eine hellere Randzone und dunklere Innenkörnchen unterscheiden und war in molecularer Bewegung. Das ganze Gebilde war nicht stabil, sondern wanderte gegen das proximale Ende des Sarkostyls. Die tropfenähnliche, veränderliche Gestalt dieser circumscripten Stelle und die Molecularbewegung des Centralkörpers lässt mit Sicherheit die Deutung zu, dass wir es hier mit Vacuolenbildung zu thun haben. Tinctionsversuche mit anderen Farbstoffen, mit Bismarckbraun, Lackmus etc. hatten keine besonderen Resultate.

Betrachten wir die Ergebnisse der Vitalfärbungen an den Nematophoren, so erregen besonders vier Punkte unsere Aufmerksamkeit. Erstens die beinahe sofortige Reaction der Drüsenzellen auf beide Farbstoffe, zweitens der Umstand, dass die Drüsenzellen nach einigen Stunden sich wieder vollständig entfärben und den ganzen Farbstoff an die Stoffwechselproducte und Granula abgeben, drittens die bleibende Tinction der Stoffwechselproducte und Granula und viertens die distincte Färbung der einen Substanzen mit Neutralroth und der anderen mit Methylenblau. Wie haben wir uns den ganzen Vorgang vorzustellen? Die grösste chemische Affinität zu beiden Farbstoffen haben die Drüsenzellen, und zwar die Entodermdrüsen zu Methylenblau, die Ectodermdrüsen zu Neutralroth. Sie stellen uns diejenigen Organe vor, welche die Farbstoffe in sich aufspeichern. Jedes Reagens wird zuerst von den Drüsenzellen aufgenommen, sei es nun ein Gift oder ein unschädlicher Stoff. Eine chemische Veränderung geht in den Drüsenzellen nicht vor sich, was der unveränderte Farbenton der Farbstoffe beweist. Tritt nun nach einiger Zeit ein Chemismus in den sogenannten Stoffwechselproducten auf, der sich durch Veränderung des Farbentones, besonders des Neutralrothes kundgibt, so wird von den Drüsenzellen der ganze Farbstoff an diese abgegeben, wo er eine bleibende chemische Veränderung erfährt. Ein morphologischer Unterschied zwischen den Stoffwechselproducten kann, obwohl sie sich den beiden Farbstoffen gegenüber so verschieden verhalten, nicht gemacht werden. Was den Umstand anbetrifft, dass die einen tingirbaren Substanzen Neutralroth aufnehmen, die anderen aber Methylenblau, und dass gerade die Ectodermzellen und einige Stoffwechselproducte Methylenblau imbibiren, die Körnchenzellen aber und die anderen Stoffwechselproducte Neutralroth; so können wir diese Erscheinungen vielleicht in Beziehung bringen zu einem gewissen Unterschiede in der physiologischen Function beider Körperschichten. Weil sich gerade die Entodermdrüsenzellen, denen jeden-

falls, wie aus ihrem constanten Vorkommen erhellt, eine sehr wichtige Thätigkeit zukommt, blau färben, die nicht immer vorhandenen ectodermalen Körnchenzellen aber, deren physiologische Bedeutung nicht sehr gross zu sein scheint, roth, so liegt die Versuchung nahe, die sich blau färbenden Elemente für die bedeutungsvolleren, wichtigeren zu erklären, die roth tingirbaren jedoch für die unbedeutenderen. Analoges wäre von den Stoffwechselproducten zu behaupten. Diejenigen, welche Neutralroth aufnehmen, wären als minder vitale Producte oder Theile des Plasmas zu betrachten, die anderen als Secretstoffe, denen noch eine bestimmte physiologische Function zukommt.

Plumularia halecioides. Alder.

Je ein Nematophor sitzt bei Plumularia an der Abzweigungsstelle jedes Aestchens und ober und unter jedem Hydranthen. Ein Unterschied in der Gestaltung der an verschiedenen Stellen entspringenden Nematophoren lässt sich nicht erkennen, nur ist der an der Abzweigungsstelle oft etwas grösser und stärker. Das Periderm bildet einen vollständigen Hüllkelch, eine Nematotheka, in welche sich der Nematophor theilweise zurückziehen kann (Taf. II, Fig. 5).

Der proximale, dem Periderm des Coenosarks aufsitzende Theil der Nematothek ist sehr fein und elastisch. Der obere, distale Theil hat bedeutend dickere Peridermwandungen und ist gegen den proximalen Theil durch ein Gelenk abgegrenzt, das in das Innere vorspringt. Der Nematophor selbst ist bedeutend einfacher gebaut als der von Aglaophenia. Ein beweglicher und unbeweglicher Theil lässt sich nicht unterscheiden. Er besteht aus einem Ectodermschlauche mit einer Entodermachse, die beinahe bis an die Spitze reicht. Die selten auftretenden Nesselkapseln sind nicht an eine bestimmte Stelle gebunden, sondern liegen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, im ganzen Ectoderm verstreut. Das Auftreten der Nesselkapseln ist nicht constant zu beobachten, einmal finden sich nur einige wenige im ganzen Nematophor, oft wieder sind sie ziemlich häufig. Das Ectoderm umgibt in einer einschichtigen Lage von gleichartig differenzirten Zellen die Stützlamelle. An der Oberfläche finden sich krystallähnliche Körnchen von grösserer oder geringerer Lichtbrechungsfähigkeit eingelagert. Das Plasma ist von dichter Structur und oft um den Kern central gehäuft. Die einzelnen Zellen liegen in Ringen um die centrale Achse und täuschen dadurch eine Segmentirung vor. Der basale Theil jeder Zelle verläuft eine Strecke abwärts längs der Stützlamelle und enthält wahrscheinlich ein in höherem Grade

contractiles Plasma. Durch Maceration isolirte Zellen zeigen eine keulenförmige Gestalt; das spitze Ende ist mehr oder minder lang und lichtbrechend. Bei Streckungen des Nematophors schwindet die Keulenform und macht einer der jeweiligen Gestalt desselben angepassten Form Platz. Gewöhnlich werden sie polygonal.

Das Entoderm bildet einen aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzten Strang, der sich bis an die Spitze des ruhenden Nematophors verfolgen lässt. Sowohl im Ectoderm als auch im Entoderm finden sich Körnchenzellen, jedoch sind sie nicht in jedem Nematophor nachweisbar. Wie der Sarkostyl der Nematophoren von Aglaophenia die Fähigkeit besitzt, die Gestalt zu verändern, sehen wir hier diese Eigenschaft in noch viel höherem Grade auf den ganzen Nematophor ausgedehnt. Sind die Stöckchen längere Zeit in Ruhe, so kann man unter dem Deckglase oder im Objecttischaquarium die mannigfachsten Gestaltsveränderungen beobachten. Ein Stoss oder irgend ein Reiz veranlasst die Nematophoren zu sofortigem Zurückziehen. Ein contrahirter Nematophor hat nicht die normale Gestalt eines ruhenden, sondern er ist nach einwärts zurückgekrümmt, während der ruhende die oben erwähnte Ringelung zeigt. Ein Zusatz von frischem Wasser beschleunigt und fördert die Fortsatzbildung.

Gewöhnlich streckt sich der Nematophor nach oben. Wie bei Aglaophenia ist die Spitze des Fortsatzes entweder kolbig verdickt oder in eine dünne Zellplatte ausgezogen. Am optischen Längschnitte des nicht verbreiterten proximalen Theiles kommen mehrere feine Längsstreifen zum Vorschein, von denen zwei etwas stärker markirt sind. Diese entsprechen der gezerrten Stützlamelle, die anderen den Zellgrenzen der einzelnen Ectodermzellen, welche eine langgestreckte Gestalt angenommen haben. Das Entoderm und die Stützlamelle sind gegen ihr distales Ende zu nicht deutlich abgegrenzt. Die Zellplatten werden nur vom Ectoderm gebildet; die Zellen haben hier polygonale Gestalt und sind im Centrum, wo der Kern liegt, etwas dicker als an der Peripherie. Eine Verschmelzung derselben zu einer Sarcodemasse konnte nie beobachtet werden. Auch eine gemeinsame Plasmamasse, in der nach Merejkowsky die einzelnen Ectodermzellen eingelagert sein sollen, ist nicht vorhanden. Die Zellgrenzen im distalen Theile sind deutlich sichtbar, was sich besonders durch Behandlung mit Osmiumessigsäure bestimmt erweisen lässt (Taf. II, Fig. 6).

Wieso Merejkowsky dazukam, eine gemeinsame Plasmamasse anzunehmen, lässt sich aus der eigenthümlichen optischen Wirkung erklären, welche diese dünnen Zellplatten des Nematophors

hervorbringen. Dadurch, dass die einzelnen Zellen im centralen Theile etwas dicker sind als am Rande, erscheint das Centrum mit dem Kerne dunkel und von einem lichten Saume umgeben. Merejkowsky hat nun jedenfalls das Centrum für die eigentliche Zelle, den Rand aber, der von einer Zelle zur anderen continuirlich zu verlaufen scheint, für das gemeinsame Plasma angesehen.

Ohne sich am Periderm anzuheften, kann der Nematophor nur eine geringe Streckung ausführen, seine Elasticität wird ihn sonst immer wieder zurückziehen. Er heftet sich durch Pseudopodien fest, kriecht längs des Periderms mit dem distalen Ende weiter und bewirkt so eine grössere Streckung. Pseudopodien können längs des ganzen Nematophors auftreten, besonders aber finden sie sich am distalen Ende, das meist kolbig aufgetrieben ist. Im einzelnen geht die Mechanik des Fortkletterns in folgender Weise vor sich: Der ganze Distaltheil liegt in einer bestimmten Lage mittels der Pseudopodien am Periderm fest. Das ganz äusserste Ende desselben löst seine Pseudopodien von der Unterlage und zieht sie zurück, streckt sich nach vorne in die Länge, bildet wieder Pseudopodien und klebt sich wieder fest. Nun verschwinden die Pseudopodien des hinteren Theiles, der ganze Zellcomplex contrahirt sich gegen den vorderen, schon festhaftenden Theil, zieht dadurch den ganzen Nematophor nach sich und legt sich endlich durch Pseudopodien wieder fest.

Die Pseudopodienbildung geht bei Plumularia einfacher vor sich als bei Aglaophenia (Taf. III, Fig. 11). Erst springt ein dünner Saum von körnchenlosem Ectoplasma an der Peripherie in feinen Läppchen vor, so dass der äusserste Rand in seichte Wellenlinien ausgezogen erscheint. Die einzelnen Läppchen werden dann kegelförmig und spitz und stellen sich wie ein feiner Wimperbesatz dar. Einige dieser kleinsten Scheinfüsschen wachsen auf Kosten der anderen sehr stark in die Länge und werden auch etwas dicker. Das Endoplasma rückt in sie hinein und zum Schlusse zieht ein derartig gewaltig herangewachsener Scheinfuss einen grossen Zellcomplex nach sich. In einem anderen Falle, der sich sehr selten findet, springen die einzelnen Zellen als ungeheure Pseudopodien vor, indem sie nur an dem basalen Pole mit den übrigen in Verbindung bleiben, mit dem freien Pole jedoch sich vollständig selbstständig bewegen. Die im ersten Falle besprochenen Pseudopodien treten bei ihnen als Pseudopodien zweiter Ordnung auf.

Meist kriecht der Nematophor bis an die Aussenseite der nächsten Hydrotheka, bleibt hier stabil und bildet eine mehr oder minder grosse Platte. Diese kann eine solche Ausdehnung an-

nehmen, dass sie die ganze Hydrotheka einhüllt. Oder die Längsachse der Platte stellt sich beinahe senkrecht zu der des Nematophors und windet sich um die Peridermhülle des Coenosarks und des Hydranthen in einer Spirale. Sehr oft legt sich der Nematophor in die Vertiefung des Gelenkes am Stamme oder an den Aesten wie eine schützende Hülle. Nicht immer beschränkt er sich darauf, nur an der äusseren Wand der Hydrotheka sich zu verbreitern, sondern kriecht in das Innere des Hydranthenkelches, bildet dort die gewöhnliche Platte und lagert sich eng an ihn an (Taf. III, Fig. 1, 2). Ist der Hydranth vollständig rückgebildet, so verstopft er die Oeffnung, wo der Hydranth am Coenosark inserirte, und spielt so eine wichtige Rolle, indem er das Eindringen von Fremdkörpern und Mikroorganismen in das Peridermrohr des Coenosarks verhindert (Taf. III, Fig. 6). Ohne mit dem Hydranthen oder dessen Theka in die geringste Beziehung zu treten, kann — um eine der interessantesten Erscheinungen am Nematophor aus so vielen herauszugreifen — ein Nematophor, z. B. der an der Abzweigungsstelle eines Aestchens, in einen kolossal feinen Faden ausgezogen bis zum nächstfolgenden Aestchen reichen. Die Kerne werden hier auch in Mitleidenschaft gezogen, indem sie, der Form der Zellen entsprechend, spindelförmig gestreckt werden. Oder der obere Nematophor kriecht dem von unten heraufkletternden entgegen, verschlingt sich mit demselben und verschmilzt mit ihm so vollständig, dass ein einziger Plasmastrang von einem Internodium zum anderen reicht (Taf. III, Fig. 9 *a*). Trennen sich die einzelnen Nematophoren wieder, so fällt die Trennungsebene durchaus nicht immer mit der Vereinigungsebene zusammen, sondern es kann eine grosse Zellmasse des einen Nematophors in den anderen übergehen und dort gerade so normal functioniren, als hätte sie ursprünglich diesem Nematophor angehört. Ob auch das Entoderm des einen Nematophors in das des anderen übergehen kann, konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden; es ist auch sehr unwahrscheinlich. Wir haben hier einen gewichtigen Beweis für die embryonale Natur und die geringe Differenzirung des Ectoderms im Nematophor.

Nicht allein der distale Theil kann sich in eine Platte ausziehen, sondern sogar der ganze Nematophor bis an seine proximale Befestigungsstelle an der Nematothek, so dass also eine Unterscheidung in einen beweglichen oberen und einen unbeweglichen unteren Theil unmöglich ist (Taf. III, Fig. 7). Auch nach unten, wie es Merejkowsky als normal bei *Plumularia halecioides* angibt, kann sich der Nematophor erstrecken (Taf. III, Fig. 6); seine Bewegungserscheinungen sind

überhaupt an keinen bestimmten Ort und keine bestimmte Richtung gebunden. Beim Zurückziehen nehmen die Nematophoren oft die sonderbarsten Gestalten an (Taf. III, Fig. 10). Sie verkürzen sich in ihrer Längsachse, knicken nach innen um oder krümmen und drehen sich spiralig ein. Die distale Zellplatte schrumpft zusammen, behält aber lange die Gestalt einer Amöbe mit grossen, lappigen Pseudopodien. Da auch hier ebenso wie bei Aglaophenia die Platte oft längs des Periderms herabgleitet, so nimmt sie die daran festhaftenden Fremdkörper mit und verhütet so das Ueberwuchern von parasitischen Organismen oder das Verschütten des Stöckchens durch Fremdkörper (Taf. III, Fig. 8).

Eine überaus interessante Erscheinung macht sich an den Nematophoren solcher Stöckchen bemerkbar, deren Hydranthen sich zurückbilden. Bei sehr hoher Temperatur des Seewassers und unter dem Einflusse der wenig günstigen Lebensbedingungen, welchen die Thiere in Aquarien ausgesetzt sind, beginnen die Hydranthen sich zu deformiren. Die Tentakel verschmelzen mit dem übrigen Körper des Hydranthen zu einem unförmlichen Klumpen, der keine Mundöffnung mehr besitzt, sondern nur mehr einen in sich geschlossenen Gastralraum, der am proximalen Pole manchmal noch mit dem Gastralraum des Coenosarks in Communication steht. Hand in Hand damit geht eine Rückbildung der Nematophoren, die sich wieder in mehrfacher Weise äussern kann. In dem einen Falle schrumpft der ganze Zellcomplex zusammen und wird theilweise oder vollständig in das Coenosark zurückgezogen, im anderen Falle, der sich an besonders kräftigen Nematophoren findet, aber weitaus der seltenere ist, ist der ganze Rückbildungsprocess an eine Reihe von phasischen Erscheinungen geknüpft, deren Ablauf eine Zeit von einigen Stunden in Anspruch nimmt. Das ganze Stöckchen erscheint oft noch vollständig lebenskräftig, wenn schon einzelne Nematophoren in dieser Weise rückgebildet werden. Am besten konnten alle diese Vorgänge an einem kräftigen Nematophor eines Stöckchens gesehen werden, das an einem sehr heissen Sommertage dem Meere entnommen und sogleich unter dem Mikroskope beobachtet wurde. Der Nematophor verkürzte sich gewaltig in seiner Längsachse und nahm eine birnenförmige Gestalt an, so dass die Theka bedeutend erweitert wurde. (Wahrscheinlich wurde er durch Gewebszufuhr vom Coenosark her vergrössert.) Dabei zeigte sich die grosse Dehnbarkeit des unteren Theiles derselben (Taf. II, Fig. 7). Der distale Theil des Nematophors war noch in einen Fortsatz mit Pseudopodien ausgezogen, die am Periderm des Hydranthenkelches

festklebten. Das zu einem unregelmässigen Zellhaufen zusammengeballte Entoderm ordnete sich epithelial an der Stützlamelle an und begann an seinem distalen Theile auseinanderzuweichen, so dass eine Höhlung im Innern des Nematophors entstand. Das Klaffen des Entoderms schritt immer weiter fort, die Höhlung wurde immer grösser, erstreckte sich endlich bis in den proximalen Theil des Nematophors, der schon von der Theka umhüllt wird und trat zuletzt mit dem Gastralraume des Coenosarks in Verbindung. Von diesem trat in den Hohlraum des Nematophors Flüssigkeit, sammt den darin befindlichen Nahrungskörpern über. Nach der lebhaften Circulation der nun gemeinsamen Gastrovascularflüssigkeit zu schliessen, waren die Entodermzellen mit Wimpern versehen, welche sehr rasch schlugen. Es wurden auch Circularmuskel des Entoderms als feine, der Stützlamelle ansitzende Punkte auf dem optischen Längsschnitte sichtbar. Die Stützlamelle selbst war bedeutend verdickt und doppelt contourirt. Bald lösten sich die einzelnen Entodermzellen aus dem Zellverbande los und wurden von der lebhaft bewegten Gastralflüssigkeit hinweggespült. Die Dehiscenz der Entodermzellen war am distalen Ende so stark, dass sich eine Lücke bildete und die Höhlung hier nur mehr von der Stützlamelle und dem Ectoderm begrenzt wurde. Wie früher das Entoderm, so begann an dieser Stelle auch die Stützlamelle zu schwinden, bis das Ectoderm blosslag und so die einzige Begrenzung der Gastralhöhle nach aussen bildete. Auch das Ectoderm blieb nicht unberührt, auch hier lösten sich Zellen aus ihrem Verbande und wurden von der rasch spülenden Gastralflüssigkeit fortgerissen. Zu einem Durchbruche der Gastralhöhle nach aussen kam es nicht, da immer wieder neues Zellmaterial durch Contraction und Herbeischaffung des bisher noch normalen Ectoderms zugeführt wurde. Verstopfte ein Complex von losgetrennten Ectodermzellen die Lücke des Entoderms, so wurde die Circulation der Flüssigkeit immer lebhafter und lebhafter, bis sich der Pfropf lostrennte und mit ziemlicher Gewalt nach innen getrieben wurde. Ob die Lostrennung der Zellen aus ihrem Verbande selbstthätig erfolgte, oder ob freie, den Amöbocyten der Anneliden analoge, in der Flüssigkeit des Gastralraumes suspendirte Zellen eine Art Phagocytose ausübten, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden. Nicht im Epithelverbande befindliche Zellen, die andere mittels Pseudopodien amöboid umgriffen und loszuschälen schienen, konnten ganz bestimmt nachgewiesen werden, jedoch konnten diese geradesogut eben losgetrennte Entodermzellen gewesen sein.

Dieser Zustand währte ungefähr eine halbe Stunde. Hierauf begannen die Ectodermzellen, welche die distale Fortsetzung des Gastralraumes umschlossen, mittels Pseudopodien ineinanderzugreifen, so dass die Höhlung schwand und wieder ein continuirlicher Zellcomplex zustande kam. Ebenso verbanden sich, vom distalen zum proximalen Ende fortschreitend, die Entodermzellen wieder miteinander, die Höhlung wurde immer mehr verengt und die Gastralflüssigkeit sammt den darin suspendirten, losgetrennten Zellen gegen den Gastralraum getrieben, bis endlich der Nematophor wieder eine der normalen ähnliche Gestalt erreicht hatte (Taf. II, Fig. 8). Die Länge des Nematophors war natürlich bedeutend geringer jetzt als die normale, da ja mit der Lostrennung so vieler Zellen eine Verminderung des Materials eingetreten war. Eine Verkürzung kam auch noch dadurch zustande, dass während dieser eigenthümlichen, peristaltischen Bewegung beim Rückbilden der Gastralhöhle ein mechanisches Zurückziehen des Nematophors gegen das Coenosark stattfand.

In diesem Ruhezustande blieb der Nematophor beiläufig zwanzig Minuten. Diese Ruhe war jedoch nur scheinbar, da noch immer eine ruckweise Verkürzung durch intermittirendes Zurückziehen des Nematophors gegen das Coenosark fortdauerte. Auch das Entoderm hatte nicht wieder seine frühere Lagerung angenommen, sondern stellte sich im optischen Längsschnitte theilweise epithelial geschichtet dar.

Nach Verlauf von weiteren zwanzig Minuten begann das am meisten distal gelegene Entoderm wieder zu klaffen, es bildete sich wieder ein kleiner Spalt, der dem Gastralraum gleichwerthig ist; dieser erweiterte sich immer mehr gegen das proximale Ende zu, bis endlich eine Communication mit dem Gastralraum des Coenosarks zustande kam und Flüssigkeit von demselben her in das Innere des Nematophors eindrang (Taf. II, Fig. 9). Ganz wie früher lösten sich wieder Zellen aus ihrem Verbande und wurden von der Gastralflüssigkeit gegen das Coenosark geführt. Leider wurden diese Erscheinungen mitten in ihrem Verlaufe von plötzlich auftretenden letalen Symptomen gestört. Die Existenzbedingungen waren unter dem Deckglase so ungünstige geworden, dass der distale Theil des Nematophors in einzelne Plasmaklumpen zerfiel und der Wimperschlag im Entoderm ausblieb. Wir können, wie aus wiederholten Beobachtungen an anderen Individuen erhellt, mit Sicherheit annehmen, dass diese Vorgänge der Selbstrückbildung am Nematophor so lange vor sich gegangen wären, bis derselbe vollständig dem Coenosark einverleibt gewesen wäre, wenn nicht die unter dem

Deckglase so schnell eintretenden ungünstigen Lebensbedingungen der ganzen Thätigkeit ein Ziel gesetzt hätten.

An vielen Stöckchen, bei welchen die Gastralhöhle noch wimpert, also das Thier lebt, ist keine Spur von Nematophoren zu finden. Diese haben sich jedenfalls durch diese eigenthümlichen Selbstverdauungsvorgänge vollständig rückgebildet. An anderen wieder sind die Nematophoren von birnen- oder kugelförmiger Gestalt mit einer Gastralhöhle und von einer besonderen Theka vollständig umhüllt. Entoderm wimpert weder im Nematophor, noch im Coenosark, die meisten Hydranthen sind rückgebildet. Wahrscheinlich traten in diesem Falle die ungünstigen Verhältnisse gerade zu der Zeit ein, da sich die Nematophoren zur Selbstverdauung anschickten, diese zwar nicht mehr zu Ende führen, aber doch noch eine schützende Peridermhöhle ausscheiden konnten (Taf. II, Fig. 10). Diese Peridermbildungen nehmen oft im Verhältniss zu dem kleinen Zellcomplex, auf den der Nematophor zusammenschrumpft, eine sehr grosse Ausdehnung an. Sie umhüllen ihn vollständig, schliessen ihn durch eine querverlaufende Lamelle vollständig vom Coenosark ab und durchwachsen ihn oft in Quer- und Längsfalten. Die epitheliale Anordnung bleibt im Entoderm sehr oft erhalten, auch das Ectoderm ist meist einschichtig. Schnitte durch solche Nematophoren geben uns oft ein Bild von der grossen Dehiscenz nicht nur der Zellen selbst, sondern auch der beiden Epithelien von einander. Selten verlieren die Zellen ihr epitheliales Gefüge. Innerhalb der Peridermhohlkugel liegt dann ein ungeschichteter Haufen von Zellen, von welchen man nicht mehr erkennen kann, welcher Körperschichte sie angehört haben (Taf. II, Fig. 11).

Eine für die ganze Oekonomie des Stöckchens noch viel wichtigere Function als die beiden besprochenen Vorgänge bei der Selbstrückbildung fällt dem Nematophor dadurch zu, dass er mit dem degenerirten Hydranthen in Verbindung tritt und das Zellenmaterial desselben für den Haushalt des Cormus erhält. Schon am lebenskräftigen Stöckchen verschmilzt der Nematophor oft mit dem Hydranthen, ohne dass weitere Folgeerscheinungen eintreten. An lebensschwachen Stöckchen trifft man ihn sehr oft in Verbindung mit einem Reste des Hydranthen, den er, wie METSCHNIKOFF angibt, verdaut hat. Eine viel energischere Verdauung des Hydranthen geht vor sich, wenn der Nematophor ähnlich functionirt, wie bei der Selbstrückbildung.

Die ersten Stadien dieser Erscheinung sind noch nicht vollständig aufgeklärt; erwiesen ist nur, dass sehr oft der Nematophor so innig mit dem Hydranthen verbunden ist, dass überhaupt keine

Grenze zwischen beiden gezogen werden kann. Das Entoderm des Nematophors geht direct über in das des Hydranthen und dasselbe Verhalten zeigen Stützlamelle und Ectoderm. Alle drei Körperschichten gehen continuirlich ineinander über, wie sich an Schnitten genau zeigen lässt (Taf. III, Fig. 3). Diese innige Verschmelzung kommt wahrscheinlich in der Weise zustande, dass sich zuerst das Ectoderm des Nematophors mit dem des Hydranthen verbindet, ein Fall, der ja häufig anzutreffen ist. Nun tritt wohl im Nematophor ein Gastralraum auf wie bei der Selbstverdauung. Entoderm und Stützlamelle werden an der Stelle, wo sie dem Hydranthen anliegen, resorbirt und klaffen in einer Lücke. Das Ectoderm, welches aus einer Verschmelzung des Nematophoren- und Hydranthenectoderms entstanden ist, ist jetzt der Wirkung derjenigen Agentien ausgesetzt, welche eine Dehiscenz der Zellen zustande bringen, und weicht auseinander. Endlich werden auch Stützlamelle und Entoderm des Hydranthen durchbrochen und die Communication zwischen den beiden Gastralhöhlen ist hergestellt. Inzwischen haben sich die entsprechenden Schichten der Leibeswand verlöthet, und zwar so innig, dass an keiner Stelle mehr eine Spur der Verkittung wahrnehmbar ist. Nematophor und Hydranth bilden ein Individuum. Die nun folgenden Vorgänge, welche genau beobachtet werden konnten, spielen sich in verschiedener Weise ab. Ist es der oberhalb des Hydranthen befindliche Nematophor, welcher mit demselben in Verbindung getreten ist (Taf. III, Fig. 4), so wird die Theka desselben nach abwärts geknickt, was darauf zurückzuführen ist, dass eine starke Spannung, ein Zug nach unten aufgetreten ist und der Nematophor das Bestreben hat, sich möglichst innig mit dem Hydranthen zu verbinden und denselben emporzuziehen. Das geschieht auch oft genug. Die Verbindung zwischen Coenosark und Hydranth wird gelöst und der mit dem Nematophor verschmolzene Hydranth wird nach oben transportirt, so dass die normale Lage der Nematotheka und der vorher geknickten ideellen Längsachse des Nematophors wieder hergestellt wird. Die Mechanik dieser Hebung lässt sich vergleichen mit dem Vorgange an einem geknickten Gummischlauche, den man aufbläst. Die Knickung verschwindet, und die prallen Wandungen kehren in ihre normale, gestreckte Gestalt zurück. Manchmal unterbleibt die Hebung des Hydranthen. Er löst sich zwar vom Coenosark, bleibt aber an seiner Stelle sitzen (Taf. III, Fig. 4). In beiden Fällen scheiden Nematophor und Hydranth eine Theka aus, und alle folgenden Vorgänge spielen sich unter der schützenden Peridermhülle ab, ein Beweis vielleicht für die grosse Wichtigkeit

dieser Thätigkeit. Wenn der unterhalb des Hydranthen befindliche Nematophor mit diesem verbunden wird, so bewegt er sich, nachdem die Verbindung zwischen Coenosark und Hydranth unterbrochen ist, mit ihm nach unten. Auch hier bildet sich eine Peridermhülle über Nematophor und Hydranth. Oder der Hydranth verharrt in seiner normalen Lage und wieder stellt ein frisch ausgeschiedenes Peridermrohr die Verbindung zwischen Nematothek und Hydrothek her (Taf. III, Fig. 5). Ist also auf diese Weise die innigste Verbindung des Hydranthen, sei es mit dem oberen, sei es mit dem unteren Nematophor zustande gekommen, so treten beinahe dieselben Erscheinungen auf wie an dem sich selbst verdauenden Nematophor. Wir haben ja eigentlich keinen Hydranthen mehr vor uns, sondern nur einen riesig vergrösserten Nematophor. Die Bewegung der gemeinsamen Gastralflüssigkeit ist sehr lebhaft. Die Entodermzellen werden aus dem Zellverbande gelöst, gegen das Coenosark befördert und der ganze Nematophor wird ruckweise gegen das Coenosark zurückgezogen. Die peristaltischen Bewegungen wie an dem sich selbst rückbildenden Nematophor treten nur äusserst selten auf. Auf diese Weise wird die Masse des Nematophors immer mehr vermindert, bis er endlich bis an das Coenosark sich zurückzieht und ganz verschwindet.

Diese gemeinsame Rückbildung des Nematophors und des Hydranthen zugleich hat jedenfalls eine grosse Bedeutung in dem Haushalte des Cormus. Das Ersparniss an Material ist ganz enorm, da sowohl die Masse des Hydranthen als auch des Nematophors erhalten bleibt.

Wie stellen wir uns die Details dieser Vorgänge vor? Mit Eintritt von ungünstigen Lebensbedingungen beginnt der Hydranth zu degeneriren. Die Tentakel verschmelzen vollständig mit dem übrigen Körper, und die Mundöffnung obliterirt. Das Zellplasma erfährt eine Rückdifferenzirung und erhält eine fein vacuolisirte Structur (Taf. III, Fig. 3). Die Kerne degeneriren in einer Weise, wie sie bei vielen derartigen Vorgängen an anderen Thieren genugsam beobachtet wurden, indem sie gewaltig anwachsen und das Chromatin sich in grossen Waben anordnet. In diesem Zustande der Degeneration wäre der Hydranth der Einwirkung der zersetzenden Substanzen und der auflösenden Wirkung seiner eigenen Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt, die zu einem vollständigen Zerfall der Gewebe und zu einem grossen Verluste an Plasma führen müsste, da der gesammte Hydranth zerfallen würde. Da kommt nun das Eingreifen des Nematophors zu Hilfe. Durch Chemotaxis geleitet, tritt er an den Polypen heran, verschmilzt mit ihm und

scheidet eine Peridermhülle aus, welche den Zutritt von Seewasser verhindert, so dass die chemischen Wirkungen desselben auf das degenerirte Gewebe des Hydranthen nicht zur Geltung kommen können. Jetzt ist der Hydranth nur mehr den verdauenden Wirkungen der in der Flüssigkeit des Gastralraumes gelösten Enzyme ausgesetzt, die sich auch im Entoderm lebhaft äussern. Dazu kommt noch das mechanische Rückziehen des Nematophor-Hydranthen gegen das Coenosark. Dass die peristaltischen Bewegungen hier so selten auftreten, ist leicht erklärlich, wenn man erwägt, dass alle Differenzirungen der Gewebe am Hydranthen geschwunden sind und nur mehr ein kleiner Rest von Circulärmuskel vorhanden sein kann, der nur sehr schwer imstande ist, den verhältnissmässig grossen Hydranthen zu contrahiren. Vitalfärbungen am Nematophor ergaben keine besonderen Resultate. Methylenblau wurde von den Thieren nur sehr schlecht vertragen; sie starben nach einigen Stunden schon ab in solchen Lösungen, während Neutralroth nur wenig schädlich zu wirken scheint. Die im Ectoderm liegenden, lichtbrechenden Körnchen nehmen Neutralroth auf und erweisen sich als Stoffwechselproducte in dem Sinne wie bei Aglaophenia. Nicht vollständig entwickelte Nematophoren entbehren der Stoffwechselproducte vollständig und haben, wie das Coenosark, nur Granula, welche im periphersten Theile des Ectoderms gelegen sind. Körnchenzellen färben sich wenig oder gar nicht, überhaupt waren alle Versuche von Vitalfärbungen von wenig günstigem Erfolge begleitet. Carminpulver wurde von den Nematophoren aufgenommen und, wie auch METSCHNIKOFF angibt, gegen das Coenosark geführt.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sind folgende:

Der Nematophor von *Aglaophenia pluma* ist an der Spitze getheilt in einen nesselkapseltragenden, vom Polypen abgewendeten Theil, den Cnidostyl und einen sehr beweglichen, dem Polypen zugewendeten, den Sarkostyl. Beide Theile enthalten eine Entodermachse. Im Cnidostyl ist das Entoderm drüsig umgebildet und hat regelmässig Secretballen eingelagert. Der Sarkostyl kann sich selbstthätig ausstrecken und contrahiren und Pseudopodien bilden, mittels welcher er starke Streckungen vollführt. Gelegentlich tritt er mit dem Hydranthen in Verbindung.

Am Nematophor von *Plumularia halecioides* ist keine Theilung im Cnidostyl und Sarkostyl vorhanden. Eine ebenfalls unge-

theilte Entodermachse reicht bis an die Spitze. Nesselkapseln finden sich bisweilen am Ectoderm verstreut. Der ganze Nematophor ist sehr beweglich, kann Pseudopodien bilden und erwirbt unter bestimmten Bedingungen einen Gastralraum, um entweder sich selbst rückzubilden oder mit den Hydranthen zu verschmelzen.

Was die Frage anbelangt, ob die Nematophoren als Organe anzusehen seien oder als reducirte Individuen, so möchte ich mich für die letztere Auffassung entscheiden. Als wichtige Stütze dafür sind die Befunde an *Hydractinea echinata* (COLCUTT) anzuführen. Wir haben hier einen vollständigen Uebergang vom Polypen zum mundlosen Nematophor. Wenn wir von einer vollständigen Person ausgehen, so bilden sich erst die Tentakel zurück, die Mundöffnung verengt sich und die Körperform wird cylindrisch — Spiralzooid. Dann verschwinden die Tentakel vollständig, die Mundöffnung obliterirt und der Magenraum verengt sich — Tentakelzooid. An diese Individuen lassen sich die Nematophoren anreihen, besonders wenn sich im Innern derselben ein Gastralraum entwickelt. Auch bezüglich der Verlagerung vom Stolo auf den Schoss haben wir Uebergänge (Ophoides). Für die Plumulariden ist beachtenswerth, dass die ursprünglicheren Formen der Nematophoren unabhängig vom Polypen gestellt er· erscheinen. Erst secundär entwickelt sich bei Aglaophenia der Lage nach eine Abhängigkeit vom Polypen.

Als Ausgangspunkt haben wir die Nematophoren von *Plumularia halecioides* zu betrachten. für welche als charakteristisch hervorzuheben ist der Mangel eines Gastralraumes und die Fähigkeit der Gestaltsveränderung des distalen Ectoderms.

Wenig bedeutungsvoll erscheint die Anwesenheit von Nesselkapseln, welche nur gelegentlich und unregelmässig angeordnet nachweisbar sind. Die Gestaltsveränderungsfähigkeit bewahren auch die höher differenzirten Nematophoren von *Aglaophenia pluma*, welche eine Gabelung des distalen Endes aufweisen. Der Fortsatz, welcher Nesselkapseln besitzt, der Cnidostyl, erscheint als eine neue Erwerbung. Keinesfalls können wir den Cnidostyl als den ursprünglicheren Theil auffassen und den Sarkostyl als neue Erwerbung betrachten, wenn auch die Anwesenheit eines Nesselpolsters am Ende des Cnidostyls einen Vergleich mit einem Tentakelpolypen nahelegt; denn wir können unmöglich Plumularia von Aglaophenia ableiten, es lässt sich im Gegentheil eine Entwicklungsreihe von den einfachen Plumulariaformen zu den hochdifferenzirten Aglaophenien aufstellen.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Nematophorengestalten wird überbrückt durch den Nematophor von *Plumularia diaphana* (Taf. III, Fig. 12). Hier ist zwar eine morphologische Theilung in Cnidostyl und Sarkostyl noch nicht eingetreten, jedoch schon eine functionelle Scheidung vorhanden. Der innere Theil kann sich strecken und Pseudopodien bilden, erscheint aber noch nicht als selbständiges Organ. Der äussere enthält eine stabile Nesselbatterie. Der Nematophor von *Plumularia diaphana* wäre also als Uebergangsstadium zwischen *Plumularia halecioides* und *Aglaophenia pluma* zu betrachten.

Die Hauptfunctionen der Nematophoren sind am lebenskräftigen Stöckchen jedenfalls die, dasselbe vor einem Ueberwuchern von parasitischen Organismen und dem Verschütten durch Fremdkörper zu bewahren. Das geschieht dadurch, dass die Spitze sich in eine Zellplatte auszieht und längs des Periderms herabgleitet, wodurch alle Fremdkörper und fremden Organismen weggewischt werden. Am lebensschwachen Stöckchen, an dem sich die Hydranthen rückbilden, unterscheiden wir vorzüglich zwei Functionen: Erstens kriecht der Nematophor in den Hydrocalyx hinein und verschliesst, wenn der Hydranth schon vollständig rückgebildet ist, die Communicationsöffnung desselben mit dem Coenosark und verhindert so das Eindringen von schädlichen Substanzen. Zweitens, wenn der Hydranth noch nicht vollständig rückgebildet ist, verschmilzt er mit diesem und erhält unter Verdauungserscheinungen das Zellmaterial desselben für den Haushalt des Stöckchens.

Als wichtigstes Ergebniss der Vitalfärbungen erscheint bei Combination von Methylenblau und Neutralroth die verschiedene chemische Affinität der Ectoderm- und Entodermdrüsen zu beiden Reagentien, indem jene roth, diese blau gefärbt werden.

* * *

Erst während des Druckes dieser Arbeit kam mir die Arbeit Nutting's zu Gesicht, und es konnten infolge dessen die darinnen niedergelegten Ansichten nicht mehr berücksichtigt werden. Irrthümlich erscheint mir die Behauptung, dass auch der normale Nematophor einen Gastralraum besässe.

Literaturverzeichniss.

1872. G. J. Allman: A monograph of the Gymoplastic or Tubularian Hydroids. V. I and II, Ray Society for 1870—1872, London.

1897. M. C. Collcutt, On the Structure of Hydractinea echinata. The quart. Journ. of micr. Science, V. XL, part. 1.

1890. H. Driesch: Tectonische Studien an Hydroidpolypen. II. Plumularia und Aglaophenia. Zeitschr. f. Naturwiss., Jena, Bd. XXIV.
1884. Géza Entz: Ueber Infusorien des Golfes von Neapel. Mittheil. zool. St. Neapel, Bd. VI.
1898. Alfred Fischel: Ueber vitale Färbung von Echinodermen-Eiern während ihrer Entwicklung. Anat. Hefte, Bd. XI, 1. Abth., H. 37.
1875. Carl Grobben: Ueber *Podocoryne carnea.* S. B. Akad. Wien, Bd. LXXII, Abth. 1.
1882. Hamann: Studien über Coelenteraten. Zeitschr. f. Naturw., Jena, Bd. XV.
1877. O. u. R. Hertwig: Ueber das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Zeitschr. f. Naturw., Jena, Bd. XI.
1868. Th. Hincks: A history of the British Zoophytes. London, Vol. I u. II.
1872. Th. Hincks: The sarcothecae of the Plumularidae. Ann. Nat. Hist. (Ser. 4), Vol. VI.
1883. C. F. Jickeli: Der Bau des Hydroidpolypen, II. Morphol. Jahrb., Bd. VIII.
1895. A. Kowaleweky: Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biolog. Centralbl., Bd. IX.
1892. Lang: Ueber Knospung bei Hydra und Hydroidpolypen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LIV.
1883. R. v. Lendenfeld: Ueber Wehrpolypen und Nesselzellen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVIII.
1887. P. Mayer: Die Methode der Methylenblaufärbung. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. VI.
1890. G. Marktanner-Turneretscher: Die Hydroiden des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums. Ann. Hofmus., Wien, Bd. IV u. V.
1882. Merejkowsky: Structure et developement des Nematophores chez les Hydraires. Arch. Zool. expèr. gén., Vol. X, pag. 582.
1878. C. Mereschkowsky: Studies on the Hydroida. Ann. Nat. Hist. (Ser. 5), Vol. I.
1884. Metschnikoff: Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten aus dem zool. Instit. Wien, Bd. V.
1890. P. J. Mitrophanow: Ueber Zellgranulationen. Biol. Centralbl., Bd. IX.
1898. C. C. Nutting: The Sarcostyles of the Plumularidae. Ann. Nat. Hist. (Ser. 7), Vol. II.
1894. A. M. Przesmycki: Ueber Zellkörnchen bei den Protozoen. Biol. Centralbl., Bd. XIV.
1897. A. M. Przesmycki: Ueber intravitale Färbung des Kernes und des Protoplasmas. Biol. Centralb., Bd. XVII.
1897. S. Prowazek: Vitalfärbungen mit Neutralroth an Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXXXIII.
1892. K. C. Schneider: Einige histologische Befunde an Coelenteraten. Zeitschr. f. Naturwiss., Jena, Bd. XX.
1898. K. C. Schneider: Hydropolypen von Rovigno, nebst Uebersicht über das System der Hydropolypen im allgemeinen. Zool. Jahrb., Bd. X, Abth. Syst.
1863. C. Semper: Vorläufiger Reisebericht aus den Philippinen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIII.
1887. O. Schultze: Die vitale Methylenblaureaction der Zellgranula. Anat. Anz., Bd. II.
1883. A. Weismann: Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena.

Tafelerklärung.

Allgemein gebrauchte Bezeichnungen:

cö Communicationsöffnung zwischen Hydrocalyx und Nematocalyx.
cs Coenosark.
cst Cnidostyl.
en Entoderm.
ec Ectoderm.
H Hydranth.
h Hals des Nematophors.
H th Hydrotheka.
kz Körnchenzellen.
N Nematophor.
n Kern.
nk Nesselkapseln.
N th Nematotheka.
p Periderm.
sb Secretballen im Entoderm.
stl Stützlamelle.
sst Sarkostyl.

Taf. I.

Aglaophenia pluma.

Fig. 1. Unpaarer Nematophor.

Fig. 2. Einer der paarigen Nematophoren.

Fig. 3. Querschnitt durch den Hals des Nematophors, *kz* Körnchenzellen im Ectoderm mit stark gefärbten Einlagerungen und wandständigen Kernen *(n)*, *a* symbiotische Algen im Entoderm.

Fig. 4. Längsschnitt durch einen Nematophor. An zwei Stellen *a* u. *b* ist das Entoderm getroffen. Bei *b* theilt sich die Entodermachse in zwei Aeste, von denen der eine in den Sarkostyl, der andere in den Cnidostyl hineinreicht. Die Secretballen sind hier durch die Conservirung zu einem Klumpen zusammengebacken. Das Ectoderm ist sehr plasmaarm, *f* Faserstränge von *a*—*b*. *Sp Spastostyla Sertulariarum.*

Fig. 5. Querschnitt durch den Hals eines paarigen Nematophors. n_1 Kerne von grösserem Durchmesser, wie sie im Sarkostyl vorkommen; n_2 gewöhnliche Kerne; die Stützlamelle ist polygonal auseinandergezerrt. Das Entoderm ähnlich dem blasigen Stützgewebe.

Fig. 6. Längsschnitt; das Entoderm des Cnidostyls ist am distalen Ende sehr stark ausgebildet. n_1 normaler Kern desselben, n_2 umgebildeter Kern.

Fig. 7. Längsschnitt durch die Spitze des Sarkostyls, *d* symbiotische Diatomee, *a* symbiotische Alge, beide im Ectoderm, Zellgrenzen sehr deutlich.

Fig. 8. Längsschnitt durch die ectodermale Nesselbatterie des Cnidostyls; *f* Fortsatz, welcher von der Nesselkapsel gegen die hier nicht sichtbare Stützlamelle zieht.

Fig. 9. Querschnitt durch den Cnidostyl in seinem distalen Theile. Nesselkapseln verloren. Das Entoderm drüsig umgebildet; *n* umgebildete Kerne, *v* Vacuolen.

Fig. 10. Längsschnitt durch die Spitze des Cnidostyls, Stützlamelle nicht nachweisbar; n_1 umgebildeter Kern, nur mehr Kernmembran vorhanden; n_2 umgebildeter Kern mit einigen Chromatinbalken.

Fig. 11. Längsschnitt durch einen der unpaaren Nematophoren; das Entoderm ist nur im Cnidostyl angeschnitten.

Fig. 12. Längsschnitt durch den paarigen Nematophor. Sarkostyl ist sehr stark contrahirt, sein Entoderm ähnlich dem blasigen Stützgewebe.

Fig. 13. Spitze des Nematophors. Tinction mit Neutralroth und Methylenblau. *kz*—*kz* Körnchenzellen im Ectoderm roth, Entodermdrüsen blau. Beide im ersten Stadium der Tinction. *g* Granula, *stpr* Stoffwechselproducte.

Fig. 14. Excentrischer Längsschnitt durch den unpaaren Nematophor. Sarkostyl ist in einen oberen und unteren Theil getheilt, letzterer die Verbindung mit dem Hydranthen.

Fig. 15. Pseudopodienbildung am Sarkostyl:

a) 1. Typus,

b) 2. Typus.

Taf. II.

Aglaophenia pluma.

Fig. 1. Hydranth und Coenosark sind nur in Contouren angedeutet. *Sp Spastostyla Sertulariarum.* Der Sarkostyl des einen paarigen Nematophors zieht als dünner Strang, in dem einige in die Länge gezogene Zellkerne sichtbar sind, bis an den entgegengesetzten Rand der Hydrothek, verdickt sich am Periderm ansitzend und reicht dann noch bis an die Theka des unpaaren Nematophors. Der Sarkostyl des unpaaren Nematophors ist im Augenblicke des Zurückziehens dargestellt.

Fig. 2. Coenosark und Hydranth sind in der Zeichnung vollständig weggelassen. Der Sarkostyl des oberen paarigen Nematophors ist durch einen tiefen Zwischenraum vom Cnidostyl getrennt, knickt am Rande der Nematotheka um und breitet sich am distalen Ende in eine breite Zellplatte aus. Durch die gewaltige Streckung des Sarkostyls des unpaaren Nematophors wurde der Cnidostyl mitgerissen und ist vollständig im Sarkostyl aufgegangen. Die Nesselkapseln desselben sind im Sarkostyl verstreut. Der Sarkostyl des unteren, paarigen Nematophors erstreckt sich längs der Theka des nächstfolgenden unpaaren Nematophors und endet mit einer Verdickung.

Fig. 3. Der Sarkostyl des einen der paarigen Nematophoren zieht bis zum letzten gegenüberliegenden Zahn der Hydrothek, knickt dort um und bildet an der Aussenseite derselben eine grosse Zellplatte. Diese wischt die Fremdkörper, welche der Hydrotheka ansitzen, hinweg.

Fig. 4. Der Hydranth ist bis auf einen kleinen Ueberrest rückgebildet. Der Sarkostyl des unpaaren Nematophors, dessen Cnidostyl gleichfalls schon sehr rückgebildet ist, tritt mit dem Ueberreste des Hydranthen in Verbindung.

Plumularia halecioides.

Fig. 5. Optischer Längsschnitt durch den Nematophor. Die Zellen des Ectoderms laufen in einem dünnen Fortsatze (musculöser Natur?) längs der Stützlamelle herab. Die einzelnen Zellen des Entoderms sind spindelförmig gestreckt. *G* Gelenk der Nematotheka.

Fig. 6. Optischer Schnitt durch die Spitze eines sehr stark gestreckten Nematophors. Die Zellen des allein vorhandenen Ectoderms sind polygonal gestaltet, sind nicht verschmolzen und ohne gemeinsame Sarcodemasse.

Fig. 7. Optischer Längsschnitt durch einen sich rückbildenden Nematophor (Stadium I). Die Nematothek ist gewaltig erweitert. Das Ectoderm functionirt an seiner distalen Spitze noch normal, es ist eine kleine Zellplatte „*pl*“ ausgezogen. Die Stützlamelle ist bei *a*—*a* resorbirt; *m* Querschnitte der Circulärmuskel; *g* Gastralraum, der distale Theil desselben ist nur mehr vom Ectoderm begrenzt, von welchem sich eben eine Zelle bei „*b*“ loslöst. *c* ein Ballen von losgetrennten Ectodermzellen, welche die Communicationsöffnung des distalen Gastralraumtheiles mit dem Haupttheile verstopfen. *kz* schon frei in der Gastralflüssigkeit schwimmende Körnchenzelle.

Fig. 8. Optischer Längenschnitt durch einen Nematophor nach Stadium I (Fig. 7). Die Gastralhöhle ist vollständig verschwunden. Das Entoderm hat noch eine epithelähnliche Lagerung (Stadium II).

Fig. 9. Optischer Längsschnitt durch einen Nematophor im III. Stadium der Rückbildung; *g* Gastralhöhle tritt wieder auf; a_1 b_1 zwei schon vom Ectoderm abgelöste Zellklumpen.

Fig. 10. Querschnitt durch einen sich selbst rückbildenden Nematophor; *p* neu ausgeschiedenes Periderm. Bei *a* ist die Stützlamelle resorbirt.

Fig. 11. Querschnitt durch einen Nematophor, der sich nicht mehr ganz rückbilden konnte. *a* ein Querbalken des Periderms. Gastralhöhle fehlt.

Taf. III.

Plumularia halecioides.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Nematophor, der sich an den Hydranthen anlegt.

Fig. 2. Querschnitt durch denselben Nematophor. Der distalste Theil des Nematophors ist tief in die Hydrotheka *„hth"* eingesenkt und vollständig an den Hydranthen angepresst.

Fig. 3. Durchschnitt durch den mit dem rückgebildeten Hydranthen in Verbindung getretenen Nematophor. Der dem Coenosark anliegende Theil würde dem Nematophor entsprechen (auf der einen Seite der Linie *a*—*a*), der auf der anderen Seite gelegene Theil dem Hydranthen. Das Plasma des Hydranthen ist vacuolisirt.

Fig. 4. Optischer Längsschnitt durch den oberen Nematophor, welcher mit dem rückgebildeten Hydranthen in Verbindung getreten ist. Die Gastralhöhle des letzteren communicirt durch die des Nematophors mit der Gastralhöhle des Coenosarks; *p* besonders ausgeschiedene Peridermhülle.

Fig. 5. Der untere Nematophor ist mit dem Hydranthen verschmolzen. Sonst wie Fig. 4.

Fig. 6. Der untere Nematophor reicht in die Hydrotheka hinein und verschliesst die Communicationsöffnung zwischen Hydrocalyx und Coenosark; der obere ist nach abwärts geknickt und endet mit einer Zellplatte.

Fig. 7. Der ganze Nematophor ist in eine Zellplatte ausgezogen.

Fig. 8. Nematophor, welcher sich contrahirt. Die Zellplatte längs des Periderms herab und wischt die Fremdkörper weg.

Fig. 9 *a*. Die beiden Nematophoren an den benachbarten Abzweigungsstellen sind vollständig miteinander verschmolzen.

Fig. 9 *b*. Ein Theil des stark gestreckten gemeinsamen Stranges, stärker vergrössert. Zellkerne in die Länge gezerrt.

Fig. 10. Nematophoren, welche sich contrahiren. Der rechte, welcher am Periderm links angeheftet war, löst sich eben ab, seine Pseudopodien werden eingezogen. *ps* besonders grosses Scheinfüsschen. Der linke, welcher rechts angeheftet war, hat die Zellplatte schon vollständig contrahirt und klebt nur mehr durch einen dünnen Fortsatz fest.

Fig. 11. Pseudopodienbildung am Nematophor:

a) Vorspringen des lappigen Randes;

b) die Läppchen werden zu spitzen Pseudopodien;

c) drei bevorzugte Pseudopodien wachsen auf Kosten der anderen. Endoplasma rückt nach;

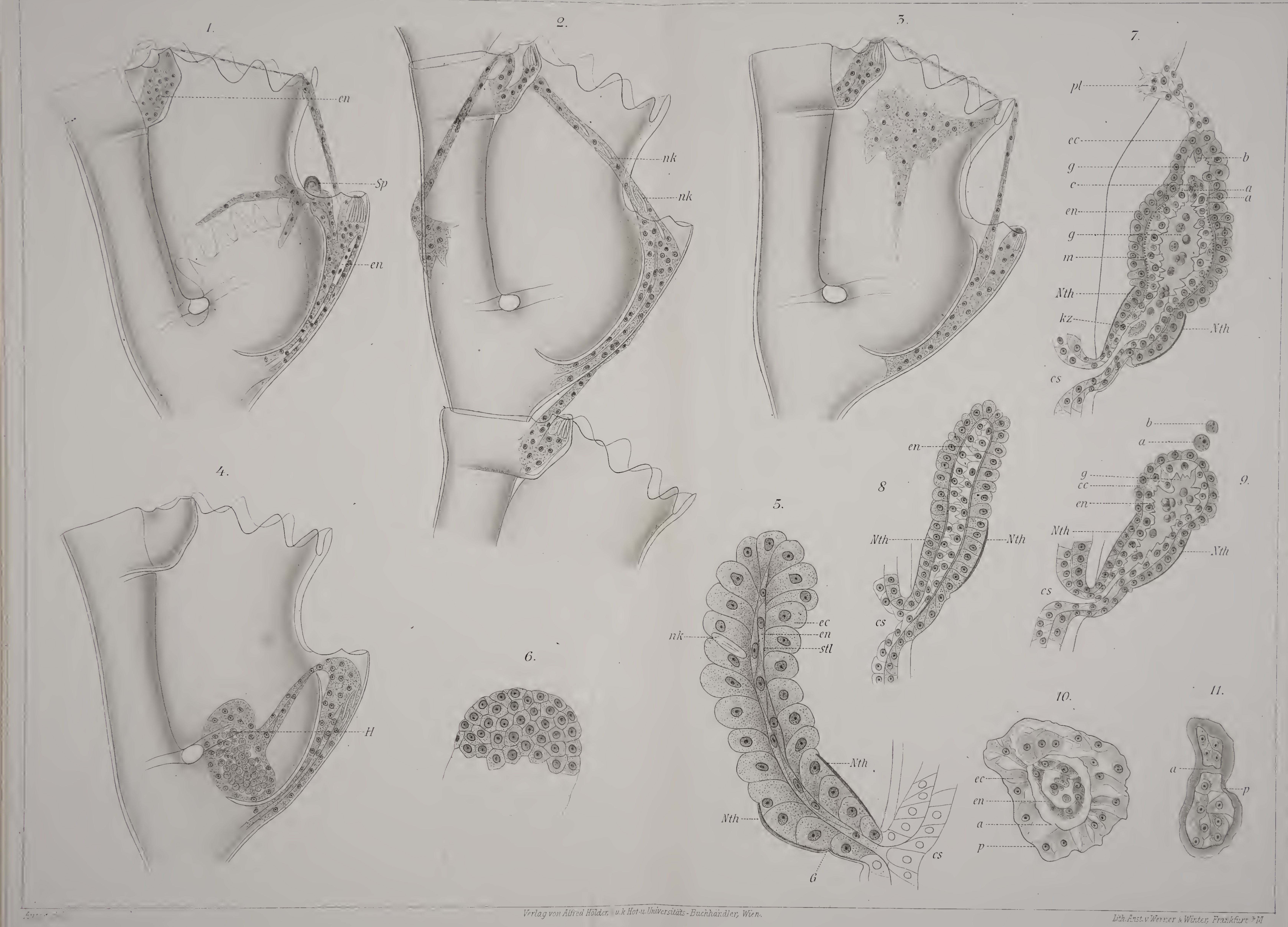
d) ein Scheinfüsschen wird besonders gross.

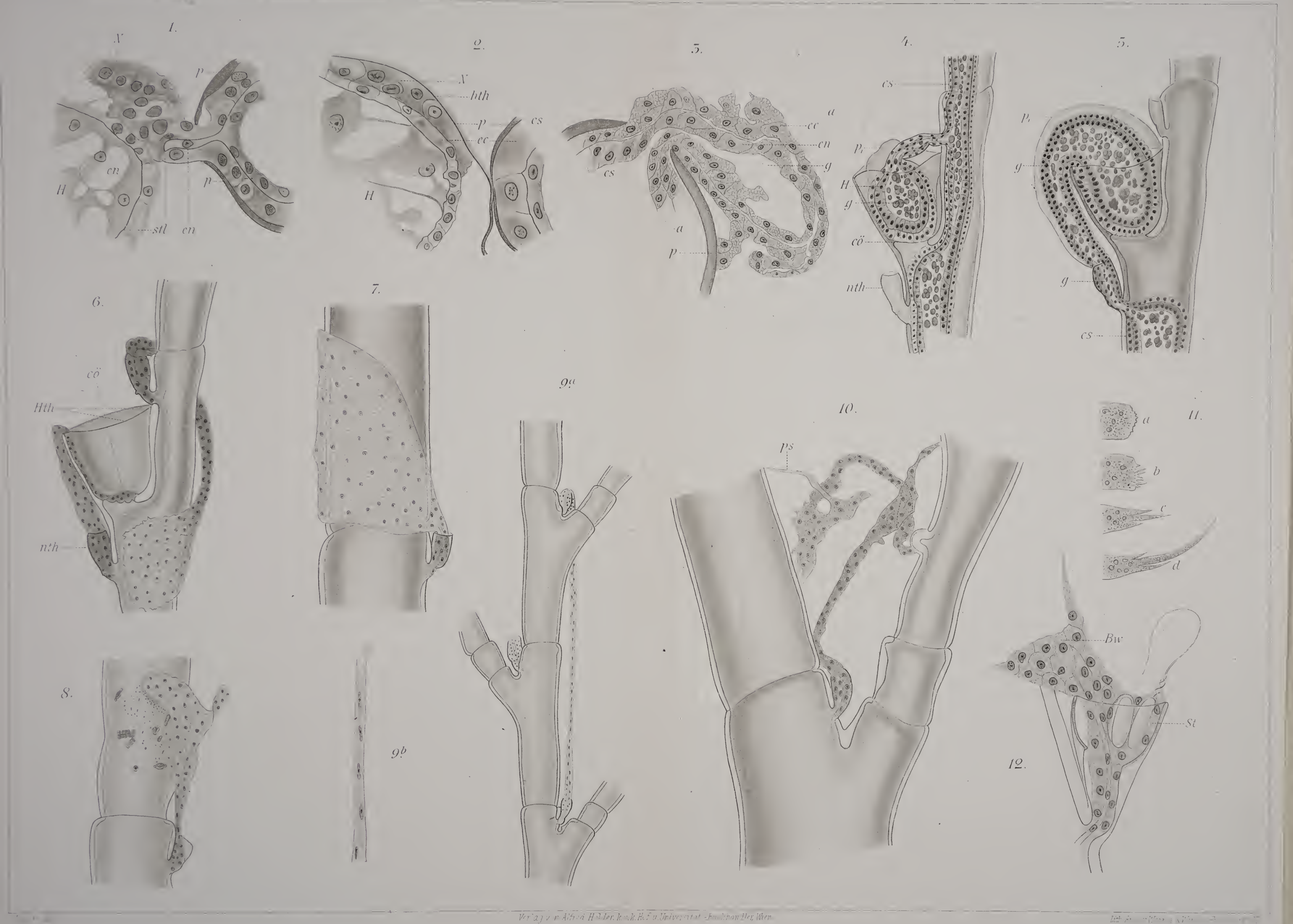
Fig. 12. Nematophor von *Plumularia diaphana*. *St* stabiler Theil mit Nesselkapseln; *Bw*, beweglicher Theil; *„St"* entspricht dem Cnidostyl von Aglaophenia, *„Bw"* dem Sarkostyl.




1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15a
15b




1.
en
Sp
en
2.
nk
nk
3.
7.
pl
ec
b
g
c
a
a
en
g
m
Nth
kz
Nth
cs
4.
H
6.
5.
nk
ec
en
stl
Nth
Nth
6
cs
8
en
Nth
Nth
cs
9.
b
a
g
cc
en
Nth
Nth
cs
10.
ec
en
a
p
11.
a
p



Verlag v. Alfred Hölder, k.u.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien.

Bau und Entwicklung der Collembolen.

Von

S. Prowazek.

(Mit 2 Tafeln.)

Während meiner Studien über die Copulation der Rhizopoden wie Nebela, Amoeba terricola, Trinema u. a., die am feuchten Moos vorkommen, fand ich öfters Eier und Larven einer *Isotoma*, die ich nach Lubbock als *Isotoma grisea Lubb.*, einen interessanten Vertreter der Familie der *Templetoniideaen* aus der Gruppe der *Collembola* bestimmte nnd da diese letzteren in grösserer Zahl gefunden wurden, beschloss ich diesen Entognathen soweit als möglich sowohl in embryologischer als anatomischer Hinsicht einer genaueren Untersuchung zu unterziehen.

Die Eier der besagten Isotoma sind rundlich, besitzen 0·22 Mm. durchschnittlich im Durchmesser, sind weisslichgrau, an der Oberfläche mässig glänzend und fanden sich meist einzeln oder zu zwei, seltener drei Stück in den oberflächlichen Lagen des Mooses oder vegetativen Detritus; in einzelnen Fällen fand ich sie auch schwimmend auf dem starken Oberflächenhäutchen vom vertorften Wasser. In meinen feuchten Moosculturen kamen sie von Mitte des März bis Anfang Mai vor.

Die Eier sind von einer resistenten Haut, dem „Chorion" der Autoren, umgeben, dieses ist leicht gelblich-grün verfärbt, ziemlich durchsichtig und äusserlich mit unregelmässigen gelben, nicht gesetzmässig angeordneten Granulationen von zweifacher Grösse bedeckt (Taf. I, Fig. 37); aussen haften am Chorion oft schwarze Substanzmassen (Taf. I, Fig. 5). Im Ei selbst bemerkt man rundliche gelbliche Dotterkörperchen, Fetttropfen, sowie noch zweierlei Granulationen. Richtungskörper war ich an dem kleinen ungünstigen

Object nicht imstande, mit Sicherheit nachzuweisen; auch die Kerne selbst färbten sich schwach und schlecht.

Uzel beobachtete bei der von ihm genauer untersuchten *Campodea staphylinus* zwei Richtungskörperchen; Lemoine glaubte bei *Anurophorus laricis* drei, bei *Smynthurus fuscus* eine ziemlich grosse Anzahl von runden Richtungskörpern festgestellt zu haben, doch dürften dies vielleicht jene ovalen oder runden, lichtbrechenden, grünlichen, granulaartigen Körper von verschiedener Grösse sein, die ich später auch an der Oberfläche der Embryos zerstreut fand, die ich aber bezüglich ihres Verhaltens und Aussehens nicht für Richtungskörper halten möchte (Taf. I, Fig. 3). Vor der Furchung erscheint der Eiinhalt etwas oval und liegt dem Chorion nicht so dicht an. Das jüngste Stadium, das ich fand, bereitete sich eben vor, sich in zwei Blastomeren zu theilen; die Furchung ist eine anfänglich totale inäquale, die sich stark der äqualen (adäqual) nähert; die Kerne wandern etwas später langsam der Peripherie zu und besitzen ziemlich deutliche Plasmahöfe. Ein weiteres Stadium ist auf Fig. 3 abgebildet; hier schwindet schon der Unterschied zwischen den Makro- und Mikromeren und die Furchung geht in eine superficielle über; eine sehr kleine Furchungshöhle wurde auf früheren Stadien constatirt. In den Zellen selbst findet man feine längliche oder runde glänzende Körnchen und Dotterkörperchen; auch tritt hie und da eine Art von röthlichen Vacuolen auf. Allmählich bilden die Furchungskerne mit ihrem zugehörigen Plasma ein deutliches, aus prismatischen Zellen bestehendes Blastoderm. Während dieser Vorgänge rundete sich der Eiinhalt mehr ab, das Chorion erhielt ungefähr in der Aequatorialebene einen etwas unregelmässig verlaufenden, nach der Ausbildung des Dorsalorganes sich noch vergrössernden Riss; auch hob sich inzwischen von der Oberfläche des Blastoderms ein zartes, im Laufe der Zeit an Mächtigkeit zunehmendes Häutchen ab, das im optischen Querschnitt homogen und grünlich aussah.

Es ist dies die Cuticula blastodermatica und ihre Abscheidung ist gleichsam als ein in ein äusserst frühes Embryonalstadium verlagerter Häutungsvorgang aufzufassen; sie hat vor allem die Aufgabe, den Embryo, der äusserst zart ist, so dass er beim geringsten Druck auf die Schutzhaut, sofern sie angestochen ist, formlos ausfliesst, zu schützen, und dies umsomehr, als später das Chorion abgeworfen wird. Derartige Blastodermhäute finden wir öfters bei den Crustaceen, wo sie auch van Beneden beobachtet und eben als Cuticula blastodermatica bezeichnet hat; sie kommen nach

van Beneden bei *Nebalia*, nach H. Blanc beiden *Cumaceen*, nach Reichenbach bei *Astacus*, dann bei den *Amphipoden*, *Caprella*, ferner den *Isopoden* (van Beneden und Brobretzky), sowie *Lernaeopoden* vor. Auch beim *Limulus* wurde eine anfangs den Blastodermzellen dicht anliegende und infolge dessen gefeldert aussehende Cuticula blastodermatica beobachtet.

Wie Sommer zuerst bei *Macrotoma plumbea*, dann Uzel für *Macratoma vulgaris* nachgewiesen hat, besitzt bei diesen Formen die Cuticula blastodermatica besondere hackenförmige Dorne, und Sommer vergleicht diese zweite mit Haken versehene Haut mit der von Henking beim *Trombidium* beschriebenen Apoderma. — Auch beim *Atax* hebt sich nach Claparede vom Embryo eine structurlose Haut ab, von deren Existenz ich mich beim *Rhyzoglyphus* selbst überzeugen konnte — dies erfolgt jedoch auf einem späteren Stadium, da die Entwicklung schon weiter vorgeschritten ist und die Gliedmassenanlagen angedeutet sind und man darf sie nicht ohne weiteres mit der Cut. blastodermatica unserer Poduren vergleichen. Eine derartige Cuticula hat auch Lemoine bei *Smynthurus fuscus* und *Anurophorus laricis* beobachtet. Während sich das Blastoderm in der geschilderten Weise ausgebildet hat, schien es stellenweise mehrschichtig zu sein und von hier traten Zellen in die Dottermassen, wo centralwärts einzelne Zellen von früher her schon verblieben; diese letzteren wären mit den Zellen zu vergleichen, die Uljanin bei *Degeeria pruni* im Centrum fand und aus denen sich nach seiner Angabe der Mitteldarm bilden soll. Sobald das Blastoderm mehr cylinderepithelartig angelegt wurde, bemerkt man auch im Eiinnern gleichzeitig schärfer abgegrenzte Dotterterritorien; es vollzog sich eine Art von secundärer Dotterklüftung.

Auf dem einen Ende der Blastodermkugel tritt nun eine beträchtliche Verdickung auf, aus der das sog. Dorsalorgan hervorgeht. Es stellt sich anfangs als eine Calotte, die dem Dottermateriale ansitzt und mit vielen kleinen Kernen ausgestattet ist, dar. Bald tritt oben eine Delle auf, die sich centripetal vergrössert, wobei gleichsam eine Zusammenziehung des ganzes Gebildes eintritt. Diese eigenartige Bildung darf aber wohl nicht einerseits mit den sog. kugelförmigen Organen, den Dorsalorganen der Arthrostraken und Mysideen, andererseits mit dem Rücken- oder Dorsalorgan vieler Insecten verglichen werden, denn wir sehen, dass hier bezüglich des letzteren Falles keine eigentliche Amnion- oder Serosabildung (im engeren Sinne) auftritt, auch erscheint dieses Gebilde verhältnissmässig frühzeitig, doch aber schon nach der ersten Embryonal-

häutung, nämlich der Ausbildung der Cuticula blastodermatica — es ist in phylogenetischer Hinsicht entweder ein Novum oder, was wahrscheinlicher ist, der letzte Rest einer weitgehenden Rückbildung der Embryonalhäute, der in frühe Stadien verschoben wurde. — Bei den Collembolen sehen wir also ein Eintreten einer frühzeitigen Sonderung in Zellen, die sich nur an der Ausbildung des Dorsalorganes und in solche, die der übrigen Embryonalanlage zugehören, nur bei *Smynthurus fuscus* soll nach Lemoine die Anlage des Dorsalorganes zugleich mit der des Keimstreifens erfolgen, ein Verhältniss, das insofern von Interesse ist, als doch einzelnen Vertretern der Collembola später eine diesbezügliche Ausbildung zukommt. Die eigenartige Involutionsform des Dorsalorganes dürfte aber gleichsam nicht als eine Folge einer inneren „Saugwirkung", wie dies bei dem analogen Vorgang der Insecten der Fall zu sein scheint, zu betrachten sein, sondern sich vielmehr als ein activer Process darstellen, denn gleichzeitig unter dem Einflusse einer vom Dorsalorgan ausgehenden Contractionswirkung verschmälert sich die ganze Blastodermkugel senkrecht zu der Richtungsachse der Dorsalorganeinsenkung und wird etwas ellipsoidisch, die Seitenwände senken sich etwas ein und in der Querachse bildet sich der oben schon erwähnte Chorionriss vollständig aus.

Fasst man das Dorsalorgan als einen weit veränderten, sowohl seiner Function als seines Ursprunges gemäss modificirten Antheil einer Serosabildung auf, so wäre die oberflächliche Keimstreifanlage auch secundär. — Mit dem fortschreitenden Wachsthum des Embryos wird allmählich die starre Chorionhaut, die in zwei, nur auf einer kurzen Strecke mit einander zusammenhängende Halbkugeln durch den Riss gespalten wurde, gehoben und haftet seitlich noch längere Zeit dem Eie an; der Embryo ist sodann nur von der Cuticula blastodermatica, die aussen noch feucht ist, so dass Detritustheilchen an ihr haften bleiben, in analoger Weise wie der junge Limulus bedeckt. Das Plasma des Blastoderms ist leicht gelblich, fein granulirt und von alveolaren Räumen durchsetzt. — „Inzwischen traten seitlich unterhalb des Dorsalorganes zwei Wülste — die Kopflappen — auf, denen bald etwas tiefer noch weitere zwei folgen und das Mandibularsegment darstellen. Zwischen diesen ist nun allerdings ein weiteres Feld ausgebildet, doch konnte ich mich auf diesem Stadium keineswegs mit Bestimmtheit von der Existenz eines Intercalarsegmentes überzeugen, auch waren im Nervensystem der späteren Larven keine Andeutungen vorhanden. Uzel konnte bei *Campodea* Extremitätenanlagen

auf dem Intercalarsegment, ja sogar den Uebergang derselben in Antheile der Mundwerkzeuge am erwachsenen Thier feststellen. Wheeler beschrieb auch ein Intercalarsegment bei *Anurida* und Heymons machte bei *Lepisma* auf eine schwach markirte laterale Verdickung zwischen dem verbreiterten vorderen Kopfabschnitt und dem folgenden Segment aufmerksam und fasste sie als der Region des Intercalarsegmentes zugehörig auf.

Bald kann man auch die Anlage der Antenne, die anfangs postoral, zumindestens etwas tiefer als die Mundöffnung gelagert ist, erkennen; sie ist zuerst deutlich drei-, bald viergliederig und nach hinten gerichtet. Der Keimstreif segmentirt sich in der bekannten Weise von vorn nach hinten und legt sich derart an, dass er mit seinen beiden Enden das Dorsalorgan, das nun bedeutend kleiner wurde und sich in die Dottermassen einsenkte, umfasst.

Die drei Beinpaare erscheinen anfangs als kleine Höcker, die aber doch schon deutlich, und zwar zuerst das erste in vier Theile, eingeschnürt sind. Am ersten Abdominalsegment treten zuerst auch zwei Höcker — die getrennten Anlagen des Ventraltubus — auf, die folgenden vier Segmente sind noch gleichartig, erst später tritt in gleicher Weise wie beim Ventraltubus, die paarige Anlage des Hamulus am dritten und die der Sprunggabel oder Furcula am fünften Segmente auf, doch so, dass die letztere ziemlich gegen das vierte Segment gerückt ist und erst später nach den verschiedenen Verlagerungen, die sich nach der mächtigeren ventralen Ausbildung des dritten Segmentes vollziehen, rückt sie mehr nach rückwärts. Bemerkenswerth erscheint das fast gleichzeitige Auftreten des Ventraltubus, dessen Constituenden immerhin etwas mehr der Mittellinie genähert sind, und der Beinanlagen.

Im Innern des übrigen ausserembryonalen Bezirkes, der bedeutend lichter wurde, bemerkt man einzelne grosse Fetttropfen, Dotterplättchen, dann zahlreiche rosa schimmernde Vacuolen, sowie besonders gegen den Keimstreifen zu dunklere, lichtbrechende Kügelchen, die man von diesem Zeitpunkt an immer findet und die als Stoffwechselproducte aufzufassen sind.

Von der ganzen Embryonalanlage hob sich nun abermals ein aber äusserst zartes helles Häutchen ab, dass innig mit dem in die Tiefe rückenden Dorsalorgan verbunden ist; sein Auftreten ist auf einen zweiten embryonalen Häutungsprocess zurückzuführen; Uljanin und Lemoine beobachteten ein ähnliches Häutchen bei *Degeeria pruni* und *Achorutes tuberculatus*, sowie *Anurophorus fimetarius*. Viele derartige embryonale Häutungen vollziehen sich bei den

Crustaceen, wo man bekanntlich nach ihrem Auftreten die einzelnen Entwicklungsstadien schärfer abgrenzt. Die erste Häutung erfolgt — abgesehen von der Cuticula blastodermatica — zumeist nach der Vollendung des Naupliusstadium. Auch beim Limulus wurde, nachdem sich die Rückenhälfte des Embryos auszubilden begann, ein zartes Häutchen abgestossen, dasselbe gilt den Angaben METSCHNIKOFF's und GANIN's zufolge für den Scorpion. *Chelifer* (nach METSCHNIKOFF) häutet sich kurz vor dem Auskriechen, wogegen bei den *Solipugiden* eine provisorische, haarlose Chitinhaut noch das eben ausgeschlüpfte Thier umgibt — alles Anzeichen wiederholter embryonaler Häutungen. —

Schon auf dem geschilderten Stadium zeigte etwas seitlich, oberhalb der Antennenwurzel die Cuticula blastodermatica constant eine eigenartige blasenartige Vorwölbung, in die anfangs eine Art von Ausbuchtung der Kopflappen zum Theil hineinragte, auf späteren Stadien sich aber immer mehr ausglich; es scheint dies eine Vorrichtung zu sein, die das Abheben der vorderen Chorionhälften nach Art eines Visirs besorgen soll. Ein Eizahn, wie er bei den Spinnen, Chilognathen und Phalangiden vorkommt, und der auch bei *Lepisma* von HEYMONS constatirt wurde, kommt hier nicht vor. Während nun die Keimstreifsegmentirung ziemlich weit vorgeschritten ist und die Dottermassen etwas von ihrer starren Consistenz eingebüsst haben — in ihnen treten nun zahlreiche Fetttropfen, von denen die kleineren „hohl" erscheinen, auf — sowie nachdem die Antennen in der Mittellinie etwas zusammenrückend eine präorale Lagerung eingenommen haben, vollzieht sich die interessante Umrollung des Keimstreifens, wobei die beiden einander zugekehrten Flächen des Embryos nach Art der Myriapoden sammt ihren Organanlagen so stark zusammengepresst werden, dass man nur mit Mühe, und auch dann nicht vollständig, die einzelnen Theile bezüglich ihrer Abgrenzung auseinander halten kann; auch die dorsalen Dottermassen werden stark comprimirt. Die mittlere Partie des Keimstreifens rückt zuerst vor und senkt sich am tiefsten ein, während am längsten die Kopflappen zurückbleiben. Das Dottermaterial wird in höchst eigenartiger Weise zur Seite gedrängt, doch derart, dass es asymmetrisch auf der einen Seite calottenartig dem Embryo anliegt, während es auf der anderen Seite eine schön ausgeschweifte Grenzcontour besitzt (Fig. 7).

Das Dorsalorgan bildet auf diesem Stadium eine Art von Scheibe, deren innerer Kreis granulös blaugrün erscheint, während die periphere ringartige Partie, von der aus das zweite zarte Häutungs-

product sackartig den ganzen Embryo umgibt, deutlich radiär gestreift ist (Fig. 12).

Nach der Umrollung fällt zuerst die mächtig ausgebildete Kopfpartie auf, in der man besonders das Protencerebrum mit den optischen Lobi gut unterscheiden kann; die Antenne ist deutlich viergliederig, wobei das letzte Glied seitlich etwas eingebuchtet erscheint; die Oberlippe ist dorsalwärts etwas gewellt, die Mandibel und Maxille ist mehr blattartig angelegt; was die drei Beinpaare anbelangt, so sind sie terminal sich verjüngend, vierfach gegliedert, das letzte Beinpaar ist etwas länger und nach hinten gerichtet, ein Verhältniss, das auch am erwachsenen Thier zum Ausdruck kommt. Der Ventraltubus, der Hamulus, sowie die Furcula traten, wie schon früher erwähnt wurde, als paarige extremitätenartige Bildungen auf, die nur ein klein wenig mehr gegen die Mittellinie secundär gerückt erscheinen und so vielleicht zum Theil nur auf einzelne innere Theile etwa des Crustaceenfusses zurückzuführen wären.

In den verschiedenen Anlagen kann man eine helle, plasmatische Zone von einer inneren gelblichbraunen Partie unterscheiden, der gegen die Peripherie eine eigenartige cascadenartige strahlige Anordnung zukommt, ein Verhalten, das für diese Stadien besonders charakteristisch ist (Fig. 9); auch die Kopfanlage scheint überhaupt körnchenreicher als der übrige Körper zu sein. Längs der beiden Seiten der Neuralrinne findet man dunkle zellige Ansammlungen von Mesoderm. Gegen die Dorsalseite zu bemerkt man die wurstförmig gestaltete, vorne etwas verbreiterte Ansammlung von Dottermaterial, die von einer feinen Ectodermschichte mit Ausnahme der zwei letzten Segmente, wo sie gleichsam in eine tiefere ectodermale Höhlung eingesenkt ist, umzogen wird. Der Anfangs- und Enddarm sind gewissermassen ectodermale Einstülpungen. In der Gegend, wo später die Augen und das sog. postantenale Organ auftreten, erscheinen frühzeitig zerstreute Ansammlungen von grünlich-schwarzem Pigment, das ein metabolisches Umwandlungsproduct bestimmter heller Granulationen ist. Inzwischen wurde der mittlere dorsale Dotterstrang immer compacter und schmäler, und unter ihm, sowie auch in den Füssen traten stellenweise eigenartige Concretionen von stark lichtbrechenden dunklen, gelblichbraunen Körnchen — den Stoffwechselproducten — auf. Das Dorsalorgan senkte sich immer mehr und mehr in der Gegend des ersten thoracalen Segmentes, dass das kleinste ist, in die Tiefe und zog das oben erwähnte cuticulare Häutchen, welches sodann gegen seine Insertionsstelle strangartig

zusammengezogen war, mit sich fort, während es selbst der Resorption, an der sich vermuthlich Mesodermzellen betheiligen, anheimfiel, worauf viele dunkle Körnchen an jener Stelle auftraten. (Fig. 13.) Das besagte cuticulare Häutchen wird insofern an den Antennen und den Füssen deutlich abgehoben, als hier frühzeitig starre Borsten, die auch den übrigen Körper bedecken, jedoch hier nach rückwärts gerichtet sind, sich entwickeln; auch kommt alsbald auf den Füssen terminal die Hauptkralle, die sich zuerst bildet, zur Anlage, während die „Nebenkralle" als eine seitliche zweite umgewandelte Borste zu betrachten ist.

Die Tergiten des Maxillensegmentes verschmelzen und bilden theilweise den dorsalen, sowie mehr hinteren Abschluss des Kopfes, während der Mandibularantheil mehr an der Bildung der Wangengegend sich betheiligt.

Im Laufe dieser Vorgänge verschmolzen die getrennten Anlagen des Ventraltubus, des Hamulus und der Furcula; bei der letzteren gilt dies nur vom unteren Theile, dem sog. Manubrium der Sprunggabel, das bei einzelnen Larven noch lange Zeit hindurch eine feine Längsfurche besitzt. Auch die Rami der Furcula erscheinen nun quergefurcht und sind von dem cuticularen Häutchen umzogen; da sie sehr lang sind, so reichen sie beim eingerollten Embryo, basalwärts scharf sich biegend, bis in die Maxillengegend.

Betrachten wir nun die Entwicklung der Mundwerkzeuge etwas genauer; die Oberlippe ist unpaar und dorsal etwas ausgeschweift, Lemoine gibt dagegen an, dass die Oberlippe bei *Smynthurus fuscus* und *Anurophorus laricis* aus zwei getrennten Anlagen hervorgeht, unter ihr bemerkt man in der Ecke nächst der Mandibel, eine winzige knotenartige Bildung, die später fast schwindet und die man höchstens mit der sog. Extremitätenanlage des Intercalarsegmentes, die Uzel bei der *Campodea* beobachtet hat, vergleichen könnte; wie schon früher bemerkt, erscheint mir aber auf Grund meiner Erfahrungen eine derartige Deutung bei dieser Form auf Grund eines äusserlichen Befundes zu verfrüht und wenig begründet. Heymons konnte sich zwar bei anderen Insecten von einem Vorkiefersegment mit paariger Mesodermanhäufung überzeugen; sein Ganglion soll später zu den zwei anderen des Gehirns in Beziehung treten und das von Viallanes so benannte *Tritocerebrum* oder nach ihm *Tritencephalum* liefern. — Hierauf folgt in der Entwicklung die längliche Anlage der Mandibel, die bald terminal sich klauenartig umbildet und auf der Seite eine stark licht-

brechende Verdickung aufweist, auf der sich später kauzähnchenartige Bildungen entwickeln. Die Mandibel der späteren Larve besitzt eine meisselförmige Gestalt (Fig. 31); mehr gegen das Innere des Kopfes, in den in der Folgezeit die Mundwerkzeuge stark hineingezogen werden, findet man in ihrem Stammtheil eine ziemlich grosse Oeffnung für den Durchtritt des Kaumuskels; ihr folgt dann die Maxille, die ihrer ersten Anlage nach schwächer ausgebildet ist und später eine platte längliche Gestaltung gewinnt. An weiter ausgebildeten Thieren sind die Stipites basalwärts verbreitet, oben tragen sie ein plattes Stück, das seitlich einen Sehnenfortsatz trägt und terminal eine der Kralle der Thoraxfüsse ähnliche Kralle neben noch zwei zahnartigen Bildungen führt, die etwa auf die einer Borste entstammende Ventralklaue, die hier sich wiederholt, zurückzuführen wären; ausserdem kommen noch variable Fiederlappen hinzu (Fig. 32).

Bei älteren Larven kann man genauer noch ein gabelförmiges Stützgerüst für die Insertion der Muskeln, von dem zwei getrennte Chitinspangen ausgehen, die den Oesophagus umfassen, unterscheiden; an die unteren Fortsätze ist sehnig die Cardo der Maxille angelenkt (Fig. 32 *c*); die ganze Bildung wird am besten durch die Fig. 32 verdeutlicht. Hierauf folgt bei jungen Thieren ein undeutlich angelegter Complex von Mundtheilen, deren Deutung eben wegen der differenten Auffassung der zahlreichen Autoren sehr erschwert wird. Wir fassen sie am besten mit Stummer-Traunfels und zum Theil auch Oudemans als Unterlippe mit Taster, die aus einem Hypopharynx (Ligula) und zwei hier sehr zarten Paraglossen besteht; auch diese gehören eng zusammen, so dass sie nach der Entfernung der Maxille und Mandibel stets im Innern noch verbunden verbleiben. Den Taster könnte man allerdings als zur Maxille, zu deren Ligament er auch Beziehungen hat, zugehörig und von ihr nur abgegliedert auffassen, doch erscheint dem ganzen anatomischen Thatbestande gegenüber eine solche verlockende Deutung etwas gezwungen.

Das, was man sonst als Unterlippe bezeichnet, ist einfach der untere plattenartige Verschluss der ganzen atrialen Bildung; sie wird in der Mitte durch eine Art von Naht durchsetzt und besitzt auf einer Vorbuchtung „Tastborsten", die auf konischen Papillen sitzen. Die erwähnten Organe bezeichnet Oudemans, Grassi u. Stummer ihren Deutungen zufolge als Ligula und Paraglossen, Olfers als Lingua und Organa cochleariformia, Tullberg als Hypopharynx und Lamina hypopharyngis, Lubbock als zweite Maxille, Hypo-

pharynx und „lower lip“. UZEL unterscheidet bei *Macrotoma vulgaris* die Oberlippe, Mandibel, erste Maxille mit Lobus externus und internus, und Palpus maxillaris, zweite Maxille und Hypopharynx, und HANSEN meint, dass die sog. Paraglossae als Innenladen und der Palpus, der vor den Maxillen liegt, die Maxillulen bilden, die dem ersten Kieferpaar der Crustaceen zu vergleichen sind.

Zwischen den beiden Mundgliedmassenpaaren verläuft bei der Larve der dem Ectoderm abstammende Vorderdarm, der sich in einen Schlund und eine Speiseröhre, in die der erstere allmählich übergeht, gliedert. Die Schlundmusculatur wurde schon für *Macrotoma plumbea*, die der der Isotoma sehr ähnlich ist, beschrieben, und es sei auf die betreffende Beschreibung nur hier hingewiesen. Der Vorderdarm ist von einer Chitincuticula, die mit äusserst zarten Leistchen versehen ist, ausgekleidet. Die Schlundröhre wird als ein ectodermales Gebilde bei *Achorutes viaticus*, den ich auch zum Vergleich genauer morphologisch untersuchte, gleichfalls von einer keulenförmigen mächtigen Bildung des reticulären Gewebes, das später beschrieben wird, und das bei anderen Formen von den früheren Autoren als Speicheldrüse vermuthlich gedeutet wurde, begleitet. Das Querschnittsbild des Lumens der Speiseröhre stellt sich meistentheils als ein mehr oder weniger verzerrtes, flaches ⟗ dar, von dessen Verbindungsbrücke noch eine ventrale Spalte ausgeht (Fig. 38 *ös*); das Plasma ist dicht, gleichmässig, die Zellkerne sind oval und chromatinreich. Im Thorax mündet der Schlund ventralwärts auf einer in das Innere des Mitteldarms vorspringenden, innen mehrfach gefalteten Papillenbildung, die aus länglichen, fast keuligen Zellen zusammengesetzt ist.

An der Stelle des Mitteldarmes findet man an jungen Embryonen einen länglichen, im Querschnitt rundlichen Dotterwulst, der vorne fast eckig erweitert erscheint und in dieser Masse kann man einzelne Kerne sowie Dotterballen von verschiedener Gestalt, von denen einzelne peripher gezackt sind, constatiren.

Später wird dieser Strang zusehends dünner und sein Inhalt unterliegt periodischen, von den Seiten her erfolgenden Contractionen, die von vorne nach hinten vorschreiten; besonders das Vorderende des Mitteldarms ist in der Folgezeit heller und dotterfreier; längs des ganzen Darmverlaufes treten alsdann Ansammlungen von schmutziggrünen lichtbrechenden Körnchen — Stoffwechselproducten — auf. Die Bildung des Mitteldarmepithels scheint, wie auch HEYMONS für Lepisma vermuthet, aus zahlreichen Bildungscentren der Dotterzellen zu erfolgen und ist entodermalen Ursprungs. An

älteren Larven sind die Zellen des Mitteldarmes epithelartig, fast prismatisch, ihr Protoplasma besitzt eine reticulärwabige Structur mit grünlichen Körnchen und noch feinsten Granulationen. Der etwas ovale Kern hat meist ein grösseres Binnenkörnchen und mässiges körniges Chromatin; gegen das Mitteldarmlumen kommt den Zellen eine Art von Stäbchen- oder Härchensaum, der aber nichts anderes als ein alveolarartiges Septenwerk zu sein scheint, zu; aussen umkleidet den Mitteldarm eine ziemlich deutliche Tunica propria, der dann die von Sommer und Oudemans schon abgebildete und beschriebene Muscularislage folgt.

Der Enddarm der Larve gleicht in vielen Stücken dem Vorderdarm, sowohl was seine chitinige Auskleidung als das Aussehen seiner ovalen mit zahlreichem Chromatin ausgestatteten Kerne anbelangt. Das Plasma ist etwas heller, aber auch feinkörnig. In ähnlicher Weise wie beim Vorderdarm springen Wülste in das Lumen des Enddarmes vor, doch derart, dass je drei grössere und dazwischen je drei kleinere einander gegenübergestellt erscheinen.

In der Larve bemerkt man frühzeitig zu beiden Seiten des Darmes den Fettkörper, in dem auf späteren Stadien Ablagerungen von verschiedenen Stoffwechselproducten auftreten, so vor allem Haufen von grünlichbraunen, mit Orange sich gelblich färbenden Körnchen, sowie von in verschiedener Grösse vorkommenden, meist reihen- oder haufenweise angeordneten Fetttropfen, wogegen im Fettkörper noch älterer Larven besonders an den beiden Polen dieser Bildung runde Körper sich vorfinden, die beim durchfallenden Lichte grünlich erscheinen, innen zumeist einen röthlich schimmernden Hohlraum, in dem zuweilen ein dunkles krümliges Körnchen ruht, besitzen, um den herum sich noch zwei Arten von concentrischen Schichtungen beobachten lassen, u. zw. eine innere gelbgrünliche, dann eine mittlere krümelige rein grünliche und wiederum eine äussere, die der inneren ähnlich ist; das Ganze scheint von aussen von einer Art von feinem Niederschlagshäutchen abgegrenzt zu sein. Diese Körper, die zuweilen eine centripetale Segmentstreifung zeigen, werden bei der Conservirung von der Flemming-schen Flüssigkeit bald gelöst. Beim *Papirius* kommen ähnliche Körper vor, doch sind sie gelbbraun und ihre Oberfläche ist gleichsam gekörnelt.

Das Gewebe des Fettkörpers gleicht und ist an einzelnen Stellen sogar gar nicht von dem Gewebe zu unterscheiden, das mit der Matrix des Integumentes im innigsten Zusammenhang steht —

dieses wurde schon von Sommer treffend als das reticuläre Gewebe bezeichnet. Bevor wir auf dessen histologischen Aufbau eingehen, wollen wir zuerst das Integument einer älteren Larve im allgemeinen betrachten; die Chitincuticula erscheint von der Fläche bei stärkeren Vergrösserungen fein glänzend granulirt, doch ist diese Körnelung wahrscheinlich auf feine glänzende Grübchen zurückzuführen; beim *Achorutes viaticus*, den ich zu Pfingsten 1898 an den Rändern der Lacken des Neusiedlersees in Menge sammelte, kommen oberflächlich auf der Cuticula kegelförmige Tuberkeln vor, die noch oben einen ganz unbedeutenden kornartigen Ansatz haben. Die Cuticula selbst besitzt wie die von *Macrotoma plumbea*, die Sommer einer eingehenden Untersuchung unterzog, eine doppelte nicht weiter analysirbare Schichtung, deren äussere und innere Contour besonders deutlich ist. Die cuticularen Anhänge dieser, die Borsten, die mit einer cylindrischen Verbreiterung in ihr eingesenkt sind, haben an einzelnen Stellen eine verschiedene Gestalt; am Abdomen bemerkt man vornehmlich einzelne starke, etwas säbelförmig gekrümmte, mässig nach rückwärts gewendete Borsten, die auf ihrer Breitseite besonders basalwärts, eine seichte Furche und einzelne von ihnen wiederum seitlich oben eine nicht regelmässige kurze Stachelfiederung besitzen (Fig. 34). Die Borsten der Furcula sowie die an der Basis des Hamulus sind kurz und mehr stachelartig. Auf die Cuticula folgt eine verschieden stark ausgebildete Matrixlage, die unter anderem hauptsächlich auf der Ventralseite, seitlich in der Gegend des Enddarmes, ferner im Stirnantheil des Kopfes, sowie seitlich vorne am Thorax stärker entwickelt ist; das spärliche Plasma erscheint ziemlich homogen, die Zellkerne sind oval; ausserdem kommen in ihr noch mit Orange sich schön gelb färbende amorphe Körnchenconcretionen vor.

In älteren Thieren tritt hier eine verschieden dicke Pigmentlage auf; das Pigment wird von runden, etwas glänzenden, im lebenden Thier grünlichschwarzen, aus dem Plasma aber herausgedrückt, von schwarz aussehenden Körnchen gebildet, die vornehmlich in der Gegend des Hamulus von der Oberfläche betrachtet, die zellige Natur der Matrixschichte schön zum Ausdruck bringen. Das Pigment erfährt nicht überall eine gleichmässige Vertheilung, wir finden es in erster Linie auf den Seiten, dann auf den distalen Partien eines jeden Segmentes, von wo aus es in zwei unregelmässigen Pigmentbahnen hauptsächlich nach vorne verläuft. Beim *Achorutes viaticus* tritt das dunkelblaue, mit einer röthlichen Tinte behaftete Pigment in einer viel grösseren Menge auf und verdeckt den oberen Matrix-

theil vollständig. Hierauf folgt im unmittelbaren Uebergang das schon erwähnte eigenartige, reticuläre Gewebe, das als ein einfaches spongioses Netz oder Maschenwerk aufzufassen ist, in dem Zellkerne neben dunklen mit Hämatoxylin sich färbenden Granulationen zerstreut sind. Bei der *Isotoma* hat es keine so charakteristische, wenn auch gut ausgeprägte Anordnung wie bei der *Macrotoma*, die in dieser Hinsicht wiederum mehr dem *Achorutes* ähnelt, denn hier sondert es sich auf der Ventralseite vornehmlich in drei Theile und springt in der Gegend des Enddarmes in ganz auffallender Weise von den Gegenseiten zapfenartig weit vor; die Kerne sind hier oval, besitzen 1—3 scharf umschriebene Binnenkörper und haben ein schwaches undeutliches Kerngerüst.

Im Hinterkopfe findet man hart an die Matrix anstossend und von dieser kaum geschieden ein im Durchschnitt keulenförmiges drüsenartiges Gebilde von einer schwammartigen Architektonik; sein Plasma ist ziemlich homogen und feinkörnig, die Kerne sind oval und besitzen ein Binnenkörperchen; seine Function gelang es mir nicht festzustellen. Ausserdem gewinnen in der Gegend der Mandibeln seitlich im Kopfe einzelne Zellen eine drüsenartige Beschaffenheit und färben sich mit Hämatoxylin und Orangenachfärbung im Gegensatz zu anderen Bildungen röthlichviolett; man dürfte sie als Speicheldrüsen ähnliche Gebilde ansprechen, zumal sie mittelst eines chitinigen Ganges zwischen der Mandibel und der Manille ausmünden; beide Differenzirungen kommen in analoger Weise beim *Achorutes* vor.

Bei Isotomaembryonen erschien das Herz frühzeitig als dorsaler Spaltraum; es ist schlauchförmig und beginnt ungefähr am Anfang des vierten Abdominalsegmentes und verläuft ziemlich in gleicher Gestalt bis in den Mesothorax, wo es eine konische Verjüngung erfährt und eine Art Aorta nach vorne entsendet.

Es besitzt fünf Paar deutlicher und ein Paar kleiner Ostien, die fast mit den Segmentgrenzen zusammenfallen und hier dorsalwärts zuweilen besonders im hinteren Theile eine feine Granulirung tragen.

Bei eben ausgekrochenen Larven pulsirte es unter dem Deckglase mit Wachsfüsschen 79—80mal in der Minute, die Pulsationen verliefen ziemlich gleichmässig, doch schieben sich trotzdem periodisch längere Ruhestadien ein.

Beim *Achorutes viaticus* findet man im Herzen älterer Thiere kleine ovale oder wiederum amöboid gestaltete Blutzellen mit rundlichem Kern, ausserdem eine Art von schleimigem Gerinsel und

runde mit BIONDI's Farbengemisch roth sich färbende Körnchen von verschiedener Grösse.

Ueber die ersten Stadien der Entwicklung der Geschlechtsorgane konnte ich leider keine Erfahrungen sammeln, da die zur Untersuchung gelangten Jugendformen schon weiter entwickelte Gonaden besassen. Ueber die Entwicklung und Umbildung der Genitalien machte HEYMONS bezüglich der *Lepisma* einige Mittheilungen.

Die paarigen Ovarien liegen bei *Isotoma* zu beiden Seiten des Darmes und besitzen je nach dem Zustande ihrer Entwicklung eine verschiedenartige Gestalt; anfangs sind sie sackförmig, dehnen sich jedoch in ihrer Vollreife weit nach vorne bis in den Anfang des Metathorax aus und zeigen verschiedene seitliche Aussackungen und Divertikelbildungen; oben kommen ihnen zarte, fast homogene muskelartige Suspensorien zu, die wohl kaum den MÜLLERschen Fäden der anderen Insecten homolog sind. Die Keimstöcke umkleidet ein dünnes Epithel. Das eigentliche Keimlager liegt seitlich etwas gegen die Ventralseite zu; hier vermehren sich bald excessiv nach der einen Richtung die Zellen derart, dass sie dem kleinsten Widerstand folgend, bald spiralig aufgewundene „Zellfäden" darstellen, die aber im Kurzen etwas ihren Zusammenhang aufgeben und eine Art von Zellnestern bilden. Die Eibildung tritt wie bei *Locusta* und *Machilis* schon zum Theil während des Larvenlebens ein. SCHNEIDER leugnete mit Unrecht das Stadium der sogenannten „algenartigen Fäden" in der Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane, das SOMMER schon beschrieb und allerdings etwas grobschematisirt abbildete; SCHNEIDER vermuthete in derartigen Bildungen parasitäre Formen.

Die Kerne des Zellknäuels oder -nestes sind ziemlich gross, mit mehreren peripheren chromatischen Körnchen und einem grösseren centralen binnenkörperartigen Korn ausgestattet; das Plasma ist anfangs dicht und unbedeutend entwickelt.

Aus diesen Zellknäueln differenzirt sich auf eine einfache ursprüngliche Art die Eizelle heraus, für die dann die anderen benachbarten Zellen als Nährzellen functioniren und das Dottermateriale liefern; der Kern der sich herausdifferenzirenden Eizelle erhält eine compactere, grössere rundliche bis ovale Nucleole und zahlreichere periphere, chromatische Anlagerungen; der Kern späterer Eizellen ist gross, fast rundbläschenartig und enthält mehrere nucleolenartige Bildungen, von denen die meisten oval sind, selbst aber mit Hämatoxylin zuweilen sich matt blassbläulich färbende 1—2 alveoläre Einschlüsse oder „Lücken" führen. Das Plasma

ist dicht gerüstartig mit feiner dunklerer Granula ausgestattet. Die Dotterproduction schreitet inzwischen rapid vor, so dass zum Schluss der Eierstock dorsalwärts und um die gebildeten Eizellen, in denen frühzeitig die Kerne als solche unsichtbar werden, ganz mit Dottermassen, die sich mit Hämatoxylin schön violettroth färben, erfüllt ist. Beim *Achorutes* sind die ersten Keimzellen des Zellknäuels kleiner, mehr gehäuft und besitzen eine centrale Nucleole und einige wenige periphere Chromatinansammlungen; die Nucleolen späterer Keime sind gross, nicht selten trapezförmig und haben häufig ein bis zwei innere hellere „Alveolen“; die Eizellen dieser Form sind aber kleiner, und ihr Kern ist rundlicher. Die Dotterkörperchen sind hier zahlreicher, dafür aber auch kleiner und zeigen zuweilen eine Art von Schichtung.

Was die Hoden, deren äussere Gestaltung vielfach der der Ovarien gleicht, anbelangt, so wurden sie bei *Achorutes* genauer untersucht und einzelne Beobachtungen über die Spermatogenese angestellt. Vornehmlich lateral fallen bei der ersten Beobachtung die grossen Samenmutterzellen auf, deren Kern sehr gross, rundlich und chromatinreich ist, aus diesen gehen durch Theilung die Tochterzellen hervor, die sodann infolge der Theilung das ganze Lumen der männlichen Gonade ausfüllen; sie sind klein, rundlich, mit spärlichem dichten Plasma und einem runden binnenkörperchenführenden Kern ausgestattet. Diese Zellen gehen nun successive in spindelförmige Zellen über, und schliesslich bilden sich aus ihnen die bündelweise angeordneten, kreuz und quer im inneren Hohlraum zerstreuten Spermatozoen, indem der Kern den dann mit Hämatoxylin dunkelblau sich färbenden Kopf, der Plasmaleib das mit Orange schwach sich tingirende Endstück liefert. Auf späteren Stadien fallen neben den flachen Epithelzellen einige drüsenartig sich umbildende Zellen auf, die sich stark gegen das Lumen keilartig vorstrecken und anfänglich besonders um die Kerne herum zahlreiche Alveolen aufweisen: sie liefern eine zähe, schmierige, mit Hämatoxylin röthlichblau sich färbende Secretmasse, die die allenthalben zerstreut liegenden Spermabündel schützen und isoliren soll, wodurch sie noch mehr paketartig geordnet werden. Ausserdem bemerkt man dazwischen eine unbedeutend sich tingirende Granulation.

Das Vas deferens wird von deutlichen epithelartigen Zellen mit reticulärer Structur gebildet; ihre chromatinreichen dunklen Kerne sind oval bis eiförmig. Das Vas deferens junger Thiere ist von mässig lichtbrechenden Secrettropfen, einer dünneren Schleimmasse und einzelnen Granulationen erfüllt.

Ungefähr um dieselbe Zeit, da nach Heymons bei *Lepisma* die erste Häutung eintrat (7. Tag), häutet sich auch die *Isotoma*, wobei die ganze Chitincuticula sammt ihren Anhängen in der gewöhnlichen Weise abgestreift wird. Am längsten haftet die alte Chitincuticula am Vorderende des Körpers, so dass oft bei den gewaltsamen Anstrengungen, sich aus der engen Kerkerhaft zu befreien, einzelne Glieder der Antennen, die gleichsam gekreuzt übereinander gehalten werden, abgerissen werden; doch findet bald eine Regeneration statt, die auch Uzel constatiren konnte.

Von besonderem Interesse ist die Häutung und nachfolgende Regeneration des Mitteldarmes. Die anfangs prismatischen epithelartigen Zellen verändern vor allem gegen das Lumen zu etwas ihre Gestalt, indem sie blasenartig vorgetrieben werden; ihr Inneres scheint von zahlreichen Alveolen, die zuerst vornehmlich um den Kern herum auftreten, durchsetzt zu sein, während wiederum gegen den äusseren vorgetriebenen Rand und die Basis zu das Plasma in einer unbedeutenden Schichte etwas dichter ist und unregelmässige Körnchen führt; der Zellkern ist anfänglich noch rundlich, gewinnt aber später oft eine zackige, ja amöboide Gestalt und das Chromatin beginnt sich in ihm zu zertheilen; auch das gewöhnlich in der Einzahl vorhandene körnige Kernkörperchen erscheint in einer Art von Zertheilung begriffen zu sein. Zwischen diesen Zellen findet man basalwärts auf Querschnitten undeutliche kleine, dünkler sich tingirende Zellen mit kleinen dunklen Zellkernen, die als Mutterkeim- oder Urzellen des Mitteldarmepithels aufzufassen sind; sie werden von den gegen das Lumen des Darmes zu sich stetig vergrössernden degenerirenden Zellen bald gleichsam überwuchert, indem jene stark keulig werden; das Darmlumen umfasst neben den Nahrungsresten, die vornehmlich in der hinteren Darmpartie lagern, eine zähe, secretartige Flüssigkeit, die unter der Einwirkung von Reagentien cylindrisch oder strangartig coagulirt. Das alte Epithel wird bei der beschriebenen Form von vorne angefangen nach und nach ziemlich unregelmässig in das Lumen abgestossen oder, besser gesagt, zum Theil von den neuen Zellen hinausgedrängt (Fig. 20).

In einzelnen Fällen formiren die abgestossenen Zellen eine mässig zusammenhängende Schichte. Die abgestossenen Zellen nehmen nun zusehends eine dichtere Beschaffenheit an und färben sich in einem dunklen Farbenton. Die zähe, gallertige Substanz zwischen den alten und neuen Zellen verdichtet sich noch etwas und indem in ihr eine Art von Vacuolen später auftritt, die wachsend zwischen sich ein Lamellenwerk entstehen lassen, wird

auf den Schnitten zwischen beiden Zellarten das Bild eines eigenartigen Bälkchen- oder Fadengerüstes dargeboten.

Bei der *Isotoma* wurde keine continuirliche wellige Abhebung der Tunica propria beobachtet.

Im Innern des Darmes findet man neben den grossen dunklen, ballenartigen Zellen, deren Provenienz zweifellos ist, constant noch kleinere, zumeist rundliche, von einer Art Membran deutlich umgebene Zellen von kleinerer Gestalt — woher stammen nun diese ab? Zum grossen Theil stammen sie von den stetig über das nothwendige Mass hinaus sich vermehrenden Kryptenzellen ab, die alsdann in das Lumen abgestossen werden, zum geringeren Theil sind sie aber eine Art von Fresszellen, die die wenig resistente und chemisch sicherlich veränderte Tunica propria durchsetzten und im Darmlumen sich an der assimilativen Bewältigung der alten abgestossenen Darmzellen des hungernden Larventhieres betheiligen. Zuletzt fallen auch sie einer Veränderung und theilweisen Resorption anheim. Zum Theil hat Rengel bei *Tenebrio* analoge Zellen beobachtet.

Auf weiteren Stufen der Degeneration des alten Epithels wurden nun einerseits grössere, dunklere, röthliche und dann andererseits wieder kleinere, ein wenig blässere, plasmatische Kugelgebilde, in denen sich mit Hämatoxylin einzelne, nicht scharf umgrenzte Körnchen vom degenerirenden Chromatin dunkler färbten, beobachtet. Nicht lange darauf traten in dieser mit Hämatoxylin sich wenig differenzirenden, dichten, körnigen bis faserigen Masse stark dunkel, fast blauschwarz sich tingirende rundliche oder ovale Körnchen, die den Keratohyalinkörnchen ähnlich sind, auf Keratohyalin auf, deren Natur den derzeitigen Kenntnissen gemäss wohl am besten Hans Rabl in seiner Arbeit: „Untersuchungen über die menschliche Oberhaut etc. mit besonderer Rücksicht auf die Verhornung", Arch. f. mikrosk. Anatomie, 1897, Bd. 48, p. 482 in folgender Weise charakterisirt hat: „Das Keratohyalin stammt aus dem Kern, es ist jedoch nicht gewöhnliches, wahrscheinlich auch nicht metamorphosirtes Chromatin, sondern das Umwandlungsproduct eines unfärbaren, noch nicht näher bekannten Kernbestandtheiles und tritt entweder in dieser Modification in den Zellkörper über, um sich dort erst zu consolidiren, oder verlässt bereits in definitiver Form den Kern."

Während diese sog. Keratohyalinkörnchen, die sowohl in den Zellresten als auch aussen anzutreffen sind, auftraten, rundeten sich die letzteren zusehends ab und schienen besonders aber auch die kleineren Zellgebilde — die in grösserer Anzahl vorkommen und

nun von einer deutlichen Doppelcontour als Membran umgrenzt sind, so dass man sie nicht etwa als Zerfallsproducte der grossen Zellen auffassen kann — centralwärts mit verschiedenartiger Körnelung ausgestattet zu sein, welche Granulation erst auf das eigentliche degenerirende Chromatin zurückzuführen ist.

Auch die alte Muscularis fiel einem eigenartigen, aber schwer bei diesem kleinen Object nachweisbaren Degenerationsprocess anheim, man bemerkt dann gegen die Leibeshöhle zu eine feine krümelig geronnene Substanz und einzelne rundliche Zellen, die auffallend den kleinen Zellen des Darmlumens gleichen.

Inzwischen bildete sich das neue Mitteldarmepithel aus, so dass auf gewissen Stadien die Querschnitte gleichsam zwei eingeschobene Darmepithelien zur Ansicht bringen; seine Bildung geht von vorne nach hinten vonstatten. Die Kerne sind anfangs klein und unansehnlich; die Zellen werden mehr prismatisch und in ihnen tauchen zahlreiche Alveolen auf, so dass sie zuletzt eine netzwabige Structur gewinnen.

Zuerst erscheint der Kerninhalt körnig, später differenzirt sich in ihm ein Kernnetz und ein Binnenkörper, der oft in sich eine Art von Höhlung birgt, selbst aber etwas körnig ist. Zuweilen gelangen auch zwei Binnenkörper in den nun runden ansehnlichen Kernen zur Beobachtung.

Das Mitteldarmepithel ist nun flach und unansehnlich, um die Kerne verdichtet sich etwas das Plasma und gegen das Lumen zu bildet sich ein schöner „Stäbchensaum" aus; das neue, vorne zur Entwicklung gelangende Mitteldarmepithel schliesst gegen das hinten noch sich ablösende alte Epithel nicht ganz dicht an, so dass zwischen beiden eine Art von Spalt durch kurze Zeit verbleibt.

Diese Häutungen wiederholen sich später noch öfters; diese Form der „Mitteldarmhäutung" ist als ein Vorstadium der in vieler Hinsicht etwas complicirteren Vorgänge bei der Metamorphose der Holometabola zu betrachten.

Beim *Achorutes viaticus* findet zu Anfang der Abstossung des Mitteldarmepithels schon eine deutlichere Contraction des Mitteldarmes als bei *Isotoma* statt, so dass auf Längsschnitten die Peripherie gewellt erscheint. Das alte Epithel wird in zusammenhängenden Massen abgestossen und tritt noch später mehr flächenhaft zusammen; infolge der Contraction bei der Abstossung ist es mehrfach gebuchtet und gebogen. Im alten Epithel ist sodann besonders die Plasmapartie um den Kern netzig alveolar und verdichtet sich gegen den Zellrand zu; der Kern verliert seine normale

Gestalt, wird mehr länglich und unregelmässig gestaltet, später büsst er auch seine distincte Umrandung ein. Die abgestossenen Epithelzellen erleiden successive eine Verdichtung, doch treten später deutliche Alveolen in ihnen auf, so dass sie wie geperlt aussehen. Nach und nach verschwindet das ganze tiefer mit Farbstoffen zuletzt sich färbende Plasma und in dem inzwischen gebildeten neuen Mitteldarm ruht im Lumen ein Strang von in die Länge gezogenen Zellgebilden, von denen nur die zart angedeuteten Zellmembranen und die einzelnen Kernbestandtheile wie das Chromatin und Plastin, die wahrscheinlich gar nicht verdaut werden, sowie das Nucleoalbumin, das theilweise der Verdauung unterliegt, in besonderer Form erhalten sind; diese Bestandtheile sind körnig und dunkel. Auch sieht man zuweilen in einer Art von Vacuole kleine Zellgebilde parasitärer, aber nicht näher definirbarer Natur. Nun treten aber meistens aussen in den Zellen und um den Strang selbst herum zahlreiche, schwarz sich färbende Keratohyalinkörnchen auf, die eine längliche ovale oder bisquitförmige Gestalt besitzen.

Die neuen Mitteldarmzellen wuchsen inzwischen bedeutend in die Länge, ohne aber gleich dicht zu einem Epithel sich zusammenzuschliessen. Das Plasma ist ziemlich dicht, doch bringt es seitlich in der Zelle unschwer den netzig-wabigen Bau zur Darstellung, an den einzelnen Durchkreuzungspunkten der Structurelemente treten längliche dunklere Körnchen und Granulationen auf. Die künftigen Urmutterzellen vermehren sich inzwischen, und man findet nicht selten die kleinen Spindeln mit den kurzen plumpen dunklen Kernschleifen. Auffallend ist an den neuen Zellen die Grösse der Zellkerne — diese sind oval oder rund, besitzen einen sehr grossen, distincten runden oder länglichen Binnenkörper (oft sind auch zwei, ja drei vorhanden). Dieser hat merkwürdigerweise in der Mitte oder seitlich eine Art von Alveole, die gallertig erfüllt zu sein scheint und sich nur schwach tingirt. Das Kerngerüst ist unbedeutend, dafür lagern überall, besonders peripher, runde, nicht unbedeutende Chromatinkörnchen (Fig. 24, 25, 26).

Das Nervensystem wurde in der üblichen Weise, wie es Heymons für *Lepisma* schon beschrieb, angelegt.

Bei den Larven findet man ein oberes supraösophageales oder Gehirnganglion, ein infraösophageales oder Unterschlundganglion, das genetisch auch noch zusammengesetzt ist, dann drei Thoracalganglien und ein längliches Abdominalganglion, welch' letztere Bildungen in der Jugend von einander nur wenig durch Commissuren abgesetzt sind, wie auch das Abdominalganglion, von

dem einzelne Nerven in die Gegend des Ventraltubus und gegen die Muskeln des Abdomens abgehen, auch späterhin ziemlich dem letzten Thoracalganglion genähert erscheint. Diese Ausbildung des Nervensystems würde wohl, was die Gliederung hauptsächlich anbelangt, mit dem von der *Macrotoma plumbea*, die Sommer einer genaueren Untersuchung unterzog, sowie der *Orchesella*, die Tullberg beschrieb, übereinstimmen.

Das supraösophageale Ganglion ist ein eigenthümliches, kuchenartiges Gebilde, das frontalwärts eine mässige Abdachung erfährt, hinten aber ziemlich schief abfallend, parallel der Basis in der Querachse eingebuchtet ist, so dass auf den Verticalschnitten (Fig. 39, 40) es in zwei Lappen ausgezogen erscheint; auch auf der Dorsalseite kommt ihm eine analoge seichtere Rinne zu. Genetisch baut es sich aus drei Theilen, dem Proto-, Deutro- und Tritocerebrum auf. Lemoine beschrieb dagegen am supraösophagealen Ganglion eines sehr jungen *Anurophorus laricis* vier Unterabtheilungen.

Was die histologischen Verhältnisse anbelangt, die bei den kleinen, schwer in der geeigneten Weise zu behandelnden Thieren sich nicht leicht feststellen lassen, so baut sich das Gehirn zum grössten Theil aus Punktsubstanz und einem peripheren Ganglionbelag von kleinen Zellen, der dorsal und ventral sehr spärlich ist, auf; ein zartes neurilematisches Häutchen umgibt das Ganze. Die Punktsubstanz liess sich nicht genau analysiren; soweit dies aber thunlich war, scheint sie sich aus einem sehr dichten, complicirten Gerüstwerk von Fibrillen aufzubauen, die sehr spärlich den Farbstoff aufnehmen, nur matt glänzend sind und sich vielfach verflechten, ja etwa auch um ihre Achse wenden und drehen, ohne, soweit dies überhaupt sich mit Sicherheit beurtheilen lässt, ein anastomosirendes Netzwerk zu bilden; dazwischen bemerkt man hier und dort eine feine Körnelung.

Das Gehirn besitzt folgende Theile: vorne bemerkt man zwei dichte Ballengebilde, die durch eine aus Punktsubstanz bestehende Brücke und ein Band von stärkeren Faserzügen von dem Centralkörper (Fig. 41, 47) getrennt sind, dem seitlich hinten noch zwei Wülste aus der Punktsubstanz folgen. Was die einzelnen Längs- und Sagittalschnitte zur näheren Orientirung betrifft, so zeigt Fig. 41, wie die meisten anderen, rechts einen höheren, links einen tieferen Schnitt, der aber hier etwas schief geführt wurde, so dass der Austritt der Schlundcommissur noch mitgetroffen ist; zwischen den beiden Schenkeln (Fig. 41) verläuft dann der fast quer getroffene Oesophagus; vorne liegen die schon oben erwähnten

„vorderen oberen Ballen“, die durch quer verlaufende Faserzüge von einer mehr granulirten, „bandartigen Partie oder Brücke“ getrennt sind (Fig. 41 *br*).

Fast in der Mitte fällt eine ziemlich gut abgesetzte Bildung, der „Centralkörper“ *(ce)* auf, um den einzelne Fasern etwas circulär verlaufen. Seitlich schliessen sich dann die bemerkenswerthesten Formationen des Protencephalums oder Protocerebrums, die optischen Lobi an.

Nach vorne zu, wo sich das obere Schlundganglion abdacht und die dorsale Rinne mit einem unbedeutenden neurilemmatischen Septum tiefer einsenkt, dringen auch die Ganglienmassen keilartig tiefer in das Hirn (Fig. 39, 40) eine Abtheilung bildend ein und unter ihnen treten die deutlich sich hier aufsplitternden mächtigen Nervenfaserzüge des bei den Collembolen in hohem Grade sensiblen und wichtigen Organs — der Antenne — aus dem Deutrocerebrum aus.

Ungefähr von der Mitte der Basis des Hirns bemerkt man an geeigneten Vertical- oder schiefen Längsschnitten sehr gut die Fasern der Schlundcommissur (Fig. 39). Nach dem Austritt der Antennennerven setzt sich das Hirn, ein wenig von den früheren Bildungen gesondert, keilförmig gegen die Oberlippe zu ab und sendet von dort einige feine Nervenfasern gegen die borstenartigen Sinneshaare an dieser ab. — Beim *Achorutes* ist das Gehirn ähnlich wie bei der *Isotoma* gebaut, nur sind die vorderen Ballen dichter und kleiner, dagegen scheinen die seitlichen und hinter dem Centralkörper auftretenden Wülste viel mächtiger zu sein, wie auch der Brückenkörper distincter ist. (Fig. 47).

Das untere Schlundganglion ist bei der *Isotoma* massig ausgebildet, hat eine fast prismatische Gestalt und zeigt deutlich, dass es vornehmlich aus den Antheilen des Mandibular- und Maxillarsegmentes verschmolzen ist; es gehen von ihm auch gegen die späteren Mundtheile lappige Aeste aus, die ganz von Ganglienzellen überzogen sind. Bezüglich der Thoracalganglien gibt den besten Aufschluss der Horizontalschnitt (Fig. 46); seitlich gehen von dem Ganglion Nervenäste zu den Extremitäten ab; im Inneren bemerkt man in der Punktsubstanz, besonders zwei Längsfaserzüge, die eine dichtere Insel umfassen; hinten sind einzelne Querfaserzüge constatirbar. Wie sonst, so liegen auch hier ursprünglichere Verhältnisse vor; in dieser Hinsicht sind auch die Querschnitte bemerkenswerth, denn die Thoraxganglien haben dorsalwärts keinen Ganglienzellbelag, es treten vielmehr in der Mittellinie nur einzelne

Zellen dorsal aus. Bezüglich der Thoraxganglien des *Achorutes* sind keine auffallenden Besonderheiten zu verzeichnen, das letzte Ganglion verschmilzt mit dem Thoraxganglion zu einer langgestreckten Abdominalganglienmasse, von der vornehmlich dorsal zwei Nerven zu den Muskeln, ventral einer zum Tubus abgeht. Auf den Querschnitten (Fig. 49) besitzen die Thoraxganglien auf der Basis einen continuirlichen Ganglienzellbelag, dann treten auf den Seiten und oben die Mittellinie gleichsam abdachend nur einzelne Ganglienzellen auf.

In physiologischer Hinsicht war es vom besonderen Interesse, etwas über die Function und das Verhalten des Nervensystems nach operativen Eingriffen in Erfahrung zu bringen und die eventuell gewonnenen Resultate mit denen zu vergleichen, die die Untersuchungen über eine gleichfalls sehr alte Form, wie den *Limulus*, die von Ida H. Hyde (1894) ausgeführt wurden, lieferten, sowie nach Vergleichspunkten bei den verschiedensten operirten Larvenformen und Raupen zu fahnden. Die Operation wurde mit einem feinen Messerchen unter der Lupe ausgeführt; die Mehrzahl der verschiedensten *Apterogenea*[1]) erwies sich als ungeeignet für Exstirpationsversuche, da die Thiere, obzwar sie bei der Operation gar nicht gedrückt wurden, nach kurzer Zeit abstarben. Die negativen Resultate möchte ich auf die Kleinheit der Thiere, grosse Concentration und geringe Differenzirung der Nervenelemente zurückführen. Die meisten Collembolen sterben, indem sie ihre Sprunggabel weit von sich strecken. Eine Entfernung des letzten Abdominalganglions der Collembola führte aber nicht den sofortigen Tod dieser herbei — die Thiere bewegten noch die Antennen und Beine, ohne sich aber von der Stelle bewegen zu können. Wurden die Antennen total abgeschnitten, so starben die Thiere nach geringen Bewegungen nach ca. 24 Stunden. Die Abtragung des grössten Theiles des Gehirnganglions eines *Tomocerus longicornis* zog ein Erlöschen der Progressbewegungen und ein Ausstrecken der Sprunggabel nach sich; auf Reize hin führte das Thier zwar

[1]) Viele Collembolen findet man unter den Fensterbrettern, zwischen Holz, unter Blumentöpfen etc. *Campodea*, unter der leicht sich abhebenden Moosdecke feuchter Steine im Walde, *Smynthurus* und ähnliche Formen findet man auf Grasplätzen an Waldrändern, sie werden von lichten Farben wie Papier, Wäsche etc. angelockt. *Tomocerus* u. a. halten sich unter dem Moos waldiger Höhen auf; gegen Sonnenuntergang sind sie viel träger und langsamer, und man fängt sie, nachdem man das Moos ausgerauft hat, durch vorsichtiges Ueberstülpen kurzer Eprouvetten. Seichte Weiherufer und Teichlacken mit Wasserpflanzen beherbergen gleichfalls manche Formen in grosser Anzahl. In feuchtgehaltenen Moosculturen entwickeln sich mit der Zeit auch Collembolen.

rasch mit den Beinen Evolutionen aus, bewegte sich aber nur ein wenig immer nach rückwärts (dieselbe Umkehr wurde unter analogen Verhältnissen beim Fichtenrüsselkäfer u. a. beobachtet). Die Abtragung des Gehirnganglions einer *Orchesella* rief dieselben Phänomene hervor; wurde das Thier auf den Rücken gelegt, so vermochte es sich nicht umzudrehen; Lichtreize wurden nicht beantwortet, sondern nur mechanische Reize; wurde bei derselben Form der Hinterleib entfernt, so reagirte sie auf Lichtreize durch Beinbewegungen und Antennenzuckungen; abgeschnittene Antennen zucken auch eine längere Zeit hindurch. — Dieselbe Operation auf eine *Campodea* angewendet, bedingte gleichfalls ein Erlöschen der Progressbewegung und eine eigenartige Rückwärtsbewegung auf Reize hin. Wurde der Kopf mit zwei Brustringen der *Campodea* abgeschnitten, so lief sie noch eine Zeitlang lebhaft herum, dann trat aber ein Stillstand ein und auf Reize hin wurden Reitbahnbewegungen ausgeführt. Die Selbständigkeit der Segmente ist eben infolge der Concentration verwischt und die Shockwirkungen beeinträchtigen vielfach die Versuchsergebnisse. Der abgeschnittene Hinterleib krümmte sich einige Zeit hindurch und bewegte mit den Schwanzfäden. Schnitt man einer *Lepisma* und einer verwandten Form aus den Föhrenwaldungen den Kopf ab, so verblieb sie längere Zeit am Leben und beantwortete jeden Reiz nach dem Aufhören der Shockwirkungen durch Krümmungen des Abdomens und Bewegungen der Abdominalanhänge; die Füsse verblieben später zum grössten Theil im Zustand einer lähmenden Ruhe.

Es sei hier nur vorübergehend meiner noch nicht abgeschlossener Versuche an verschiedenen Larvenformen und Raupen gedacht, die bis jetzt zu dem Ergebniss führten, dass die Thiere zumeist mit der Exstirpation des Oberschlundganglions ihre Progressivbewegungen einstellen und Reize besonders des letzten oder des vorderen Segmentes, durch Schlagen mit dem Hinterleib oder durch Zusammenrollen, falls dieses ihnen sonst auch eigen war, beantworten; nach der Exstirpation des Unterschlundganglions waren die sonst ja auch ziemlich trägen Entwicklungsformen verhältnissmässig noch am lebhaftesten und lebten auch am längsten, doch krochen sie selten vorwärts; decapitirte Individuen rollten sich zum grossen Theil nicht mehr ein. —

Bezüglich der Sinnesorgane der *Isotoma* wäre noch zu bemerken, dass auf späteren Stadien des Keimstreifens gleichsam diffus vertheilte Pigmentkörnchen auf den künftigen Augenstellen

und später in der Gegend des Postantenalorganes auftreten, dann concentrirter werden, worauf sich fünf Linsenkörper der Ocellen bilden; die entwickelten Augen wurden nicht genauer untersucht, doch scheint bei dieser Form sowie einigen anderen die alte Angabe, der zufolge die Augen als Ocellen aufzufassen wären, gegenüber den Mittheilungen von Willem und Sabbe, nach denen die Augen ähnlich denen von Machilis gebaut wären, vermuthlich zu Recht zu bestehen. An einzelnen mit spärlicherem Pigment ausgestatteten Collembolen, kann man mit einiger Geduld direct unter dem Mikroskop bei vollem unabgeblendeten Licht die langsame Wanderung des Augenpigmentes, das seitlich und basalwärts auch infolge der fast fortwährenden Bewegung der Mundwerkzeuge in zitternden Bewegungen begriffen ist, beobachten.

Zum Schlusse möge von den Muskeln noch erwähnt werden, dass sie direct an die innere Fläche der Cuticula inseriren, so dass ihre Matrix und das reticuläre Gewebe ihre etwas verbreiterte, sehnenartige, dunklere Basis umgreift; die Muskeln selbst zeigen eine schöne charakteristische Querstreifung (Fig. 58), wogegen man am Querschnitt sehr gut die Cohnheim'sche Felderung untersuchen kann, die meist in eigenen schmalen, etwas der Breite des Muskels gekrümmt folgenden Druckcurven nachgeht. (Fig. 57.)

* * *

Sobald der Embryo innerhalb der *Cuticula blastodermatica* ziemlich weit ausgebildet war, führte der Darm Contractionen sowie das Thier selbst zeitweilig geringe Bewegungen aus, die auf Druck hin nicht geändert wurden. Die Entwicklung dauert etwas über eine Woche; nach Nicolet vollzieht sie sich bei anderen Formen in 12, nach Packard bei *Isotoma Walkeri* in 6—10, nach Sommer bei *Macrotoma plumbea* in 6—7 Tagen.

Das ausgekrochene Insect ist anfangs sehr hell, da das Pigment noch fehlt; dieses tritt zuerst gegen den Hinterkopf dorsal in einzelnen Gruppen, dann auf der Ventralseite und auf den Seiten auf. Das Thier verhält sich anfangs ziemlich ruhig; es ist sehr lichtscheu. Bringt man es in intensives Licht, so dreht es sich fortwährend um seine Achse, wobei es ununterbrochen, gleichsam in der Luft tastend, mit den Antennen vibrirt. Diese tastenden rastlosen Vibrationen mit den Antennen sind für viele Collembola charakteristisch.

Die *Isotoma* ernährt sich vom organischen Detritus; im Darm, der während des Lebens als ein gelblicher Strang durch die Chitinhülle hindurchschimmert, fand ich kleine Cysten von Moosinfusorien, Moostheilchen, Trinemaschalen, Algenrestchen etc. Andere Collem-

bola, die auf feuchten Mauern vorkommen, ernähren sich von mikroskopischen Algen. Der Nahrungsbrei ist vorne ziemlich hell, zähflüssig, im Mitteldarm treten „Fett“kügelchen in ihm auf und er wird gelblicher, während gegen den Enddarm, der bei einzelnen Formen auch insofern seine ectodermale Provenienz documentirt, als er mit Pigment ausgestattet ist, die Nahrung compacter, dunkler wird und zum Schluss einen länglichen grünlichen Pfropf darstellt, der sodann entleert wird. — Olfers fand im Magen der *Podura aquatica* Reste von *Desmidiaceen* und *Bacillarien*, nach Laboulbene soll sich aber eine *Anurida maritima* auch von todten Mollusken ernähren.

Die Thiere kriechen sehr behende und springen mittels ihrer Springgabel mehrere Centimeter (30 Cm.) weit, wobei ihnen auch der Ventraltubus auf glatten Wänden wohl zustatten kommt. Dieses räthselhafte Gebilde erfuhr die mannigfachsten Deutungen, ja es dürfte kaum eine Erklärung seiner Function geben, die nicht schon versucht wurde; er entsteht aus zwei extremitätenähnlichen Stummeln, die terminal zwei lappige, durch Blutdruck ausstülpbare und durch besondere Muskeln rückziehbare Bläschen besitzt; an diesen münden bei den verschiedenen Formen verschieden grosse, bei einzelnen dunkle körnchenreichere Drüsen aus, die Tullberg auch für *Oechesella spectabilis*, dann Sommer und Uzel für *Macrotoma plumbea* nachwiesen; ausserdem konnte ich feststellen, dass gerade zwischen den beiden Bläschen gegen die Basis eine eigenartige, chitinige, vorne deutlich fein gestreifte unten offene Rinne verläuft, die ihren Anfang an der Basis des Kopfes von der sog. Unterlippe nimmt, in die aber nicht die Drüsengebilde des Hinterkopfes ausmünden. Im Ventraltubus selbst kommt auch das reticuläre Gewebe in allerdings geringerer Ausbildung vor; auch eine Art von bindegewebigem Querseptum zwischen den Muskeln konnte ich constatiren (Fig. 16).

Die Bläschen des Ventraltubus könnte man etwa mit den Lungenbildungen der Arachniden, die am zweiten Segment im Anschluss an die abdominale Extremität entstehen oder mit analogen Bildungen beim Limulus oder den alten Crustaceen, die dann bei der Verschmelzung der beiden Extremitäten terminal rückten, vergleichen.

Wheeler fast den Ventraltubus als verschmolzene Pleuropoden auf (Anhänge der Abdominalsegmente) und möchte sie nicht mit den Kämmen der Scorpionen oder Abdominalbeinen der Spinnenembryonen homologisiren.

Was die Function des Ventraltubus anbelangt, so erblickte in ihm Guerin, Nicolet, Grassi, Kolbe und Uzel ein Athmungsorgan oder ein wenigstens zur Athmung in Beziehung stehendes Gebilde; E. Haase vergleicht ihn mit den Blutkiemen und schon Oken spricht von einem Athemloch, das vor der Springgabel liegt und durch das wahrscheinlich Wasser aufgenommen werden soll, da die Thiere im Trockenen sterben. Wood-Mason und Nassonov vergleichen ihn im Sinne der Annelidentheorie mit Segmentalorganen. Nach de Geer sollen bei *Smynthurus* zwei Fäden aus ihm hervorragen und die Ventralsäckchen Feuchtigkeit aufnehmen.

Latreille meinte, dass der Tubus die Mündung der Geschlechtsorgane ist, die Bläschen aber Copulationsorgane darstellen, Kolenati nennt ihn einfach ein Generationsorgan. Sommer fand in ihm die besagten einzelligen Drüsen und warf die Frage auf, ob sie für das Integument nicht etwa die Bedeutung hätten wie die Bürzeldrüse für das Federkleid der Vögel. Burmeister hält den Ventraltubus für ein Stützorgan. Bourlet schreibt der *Tube gastrique* eine dreifache Function zu, erstens ist sie ein Haftorgan, dann beim Sprung ein Stützorgan und schliesslich sollen die Bläschen die enge Rinne, in der die Sprunggabel ruht, ja gleichsam eingezwängt ist, um plötzlich vorgeschnellt zu werden, feucht halten. Nach Reuter wird bei *Isotoma* und *Smynthurus* das Wasser, das sich auf den Haaren ansammelt, mit den Tarsalklauen abgestreift und durch den Mund, sowie Ventraltubus aufgesogen; auch Palmen berichtet, dass sich die *Isotoma* halbkreisförmig biege und dann mit dem Mund das Wasser vom Ventraltubus aufnehme. Fernald führt zum Theil im Sinne von Tullberg, Nassonov und Willem an, dass Ausführungsgänge von zwei Drüsen, die im Hinterkopfe liegen, gegen ihn zu verlaufen.

W. Willem und H. Sabbe halten den Ventraltubus für ein Adhäsivorgan.

Die Tubenbläschen, die vornehmlich im feuchten Raume ausgestülpt werden, stehen sicherlich zu der Athmung in einer gewissen Beziehung, wovon sich E. Haase experimentell überzeugen konnte; der Ventraltubus selbst ist aber auch eine Art von Stütze beim Sprung und er sowie die Bläschen dienen auch an glatten Wänden als Adhäsivorgane, wie ich an einzelnen Collembolen, die ich in kleinen Tubengläsern hielt, beobachten konnte; die Bläschen breiteten sich sodann aus und hefteten sich an die Glaswand nach Art der Ballen auf den Fliegenfüssen an, indem sie an der Peripherie stark

angepresst wurden, wobei ihnen das klebrige Secret der Drüsen wohl zustatten kam; die angepressten Bläschen schienen einen dünkleren Rand zu besitzen, und man bemerkte besonders vorne zwei hellere Punkte, wohl die Ausführungsgänge der Drüsen; beim Sprunge werden sie stets eingezogen.

* * *

Fassen wir zum Schluss kurz einzelne Thatsachen, die uns die leider nicht vollständig beobachtete Entwicklung darbietet und mit denen uns die Anatomie älterer Larvenstadien und entwickelter Thiere vertraut gemacht hatte, zusammen, so finden wir bei diesen interessanten Thieren vielfach ursprüngliche Charaktere mit zahlreichen secundären in höchst eigenartiger Weise vermischt.

Die Furchung zeigt ein ursprüngliches Verhalten, insofern sie total adäqual ist und später aber in eine superficielle übergeht; primär scheint das Fehlen der Embryonalhüllen zu sein, sofern man nicht in dem Dorsalorgan eine Art von secundärer Serosabildung erblicken will, so dass, je weitgehender man diese Rückbildung auffasst und mit BALFOUR die Embryonalhäute als „jedenfalls unvollständig" betrachtet, auch die Lagerung des Keimstreifens eine verschiedene Beurtheilung erfährt; als bemerkenswerth möge nochmals das frühzeitige Auftreten des Dorsalorganes vor der Anlage des Keimstreifens in der Form einer früh sich etablirenden Differenzirung unter den Blastodermzellen hervorgehoben werden.

Als abgeleitet erscheint uns das Zurücktreten der Häutungen in frühe Embryonalstadien, die als *Cuticula blastodermatica* und das zweite Embryonalhäutchen das sich entwickelnde Thier insofern schützen, als später das Chorion wie bei den Amphipoden, Myriapoden etc. abgeworfen wird. Der Embryo bleibt ziemlich lange innerhalb dieser schützenden Hüllen, da er nicht mit übermässig viel Nahrungsdotter wie die Campodea (nach UZEL) ausgestattet ist und so nicht so viel Energie besitzt, um gleich activ in den Daseinskampf einzutreten. Am Keimstreifen werden zuerst die Kopflappen und dann das erste Mundsegment angelegt; die Antennen sind ursprünglich postoral gelagert, später nehmen sie eine mehr ursprüngliche Lagerung vor den Augen am Vorderrande des Kopfes ein, während sie sonst bei den höheren Formen gleichsam oberhalb jener an der sog. Stirn entspringen. Die Mundwerkzeuge gehören nach LUBBOCK zum sog. dritten Typus, dessen Mandibeln und Maxillen zum Beissen und Kauen weicher Substanzen verwendet werden und der zwischen die saugenden und kauenden zwei

Typen einzureihen ist; in eigenthümlicher Weise können sie in eine Art von Atrium zurückgezogen werden, gleichen vielfach denen von *Japyx* und *Campodea* und zeigen andererseits einige Vereinfachungen im Verhältniss zu den Thysanuren, so dass sie Grassi etwas weitgehend direct für rückgebildete Thysanuren hielt; auch E. Haase leitet sie von den Thysanuren ab, wobei er noch eine ursprünglichere Zwischengruppe, die *Protocollembola*, annimmt. Den Mundwerkzeugen nach wären die Collembola auch in die dritte Gruppe, die Meinert bezüglich des Mundapparates der Insecten aufstellte, nämlich in die, wo die Mundwerkzeuge im Innern des Kopfes entspringen, zurückziehbar sind und zum Kauen als auch Schaben (vorbehaltlich) dienen, einzubeziehen. Der Prothorax ist abgeleitet klein und vom Mesothorax bedeckt, das vierte und fünfte Abdominalsegment zeigt besonders ventralwärts mannigfache Verschiebungen. Unsere Thiere gehören den sog. Unguligraden an, indem sie sich beim Gehen auf die terminale Spitze des Fusses stützen, der mit einer zahnartigen oberen grösseren Klaue und einer unteren wahrscheinlich auf eine umgewandelte Borste zurückführbaren Klauenbildung versehen ist; die erstere besitzt oft Zähnchen und Einkerbungen, die letztere kann bei einzelnen Formen ganz fehlen. In diesem Sinne verhalten sie sich bis zu einem gewissen Grade ganz ähnlich wie die Crustaceen, Myriapoden und Insectenlarven mit unvollkommener Verwandlung. Am sechsgliedrigen Abdomen sind die Extremitäten zum Theil reducirt; die Extremität des ersten Abdominalsegmentes betheiligt sich, wie schon früher geschildert wurde, an der Bildung des Ventraltubus. Am deutlichsten ist die Extremitätenanlage des fünften, nach einzelnen Angaben bei einigen Formen des vierten Segmentes, die als Furcula oder Sprunggabel bekannt ist, ausgebildet; den *Aphoruriden* fehlt sie, doch konnte selbst bei *Anurida maritima* von Ryder ein später schwindendes Rudiment nachgewiesen werden. Sie besteht aus dem verschmolzenen, unpaaren basalen Glied, dem Manubrium, den zwei verschieden langen Dentes, die oft selbst noch undeutlich geringelt sein können, und den abgegliederten, zum grossen Theil noch den Klauen ähnlichen Mucrones.

Auch im Nervensystem und in der Art der sog. „Häutung“ des Mitteldarms findet man, wie schon erläutert, vielfach ursprüngliche interessante Verhältnisse; als von besonderer Wichtigkeit ist schon hier das Auftreten des sog. „Centralkörpers“ zu verzeichnen, dessen Vorkommen Flögel (Z. f. wiss. Zool. 1878, XXX. Bd.) mit der Ausbildung der Facettenaugen in Zusammenhang bringen

wollte. Das reticuläre Gewebe der Collembola scheint gewisse Analogien mit ähnlichen histologischen Bildungen der Myriapoden zu besitzen.

Die Eibildung, die durch einfache Differenzirung aus besonderen Zellknäueln vor sich geht, fällt nicht so sehr ins Gewicht, da bei der nahe verwandten *Campodea* schon zahlreiche Dotterstöcke vorkommen sollen; vom Interesse ist es aber, dass bei einzelnen Gattungen wie *Campodea, Japyx,* dann *Lepisma* die Fortpflanzungsorgane segmental angeordnet sind und die Eiröhren einzeln in den Eileiter nach Grassi ausmünden. — Primär scheint das Fehlen der Malpighi'schen Gefässe zu sein, deren Existenz schon Gegenbauer (Grundriss, 1874, pag. 292) und dann E. Schindler (Z. f. wiss. Zoolog. 1878, Bd. XXX, pag. 601) gegenüber Leucart und Siebold (Anat. der Wirbellosen etc., pag. 625, Berlin 1848), die den Poduren sechs Malpighi'sche Gefässe zuschrieben, leugneten; auch bei *Japyx* fehlen nach Haliday, Meinert und Grassi die Harngefässe. Was das Fehlen der Tracheen anbelangt, so lässt es sich schwer entscheiden, ob dies im Sinne Lubbock's und Packard's ursprünglich ist, da beim *Smynthurus* diese noch vorkommen sollen; die Tracheen werden hier durch die Bläschen ersetzt. Bei den Thysanuren selbst scheinen auch die Tracheen zu verkümmern und erscheinen in der Entwicklung der *Campodea* als sich rückbildende Organe ziemlich spät; Grassi konnte an frühen Embryonen von *Japyx* und *Campodea* keine Spur von Tracheen finden.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. B. Hatschek für die Ueberlassung eines Arbeitsplatzes in seinem Institute, sowie Herrn Conservator Dr. T. Pintner für die Benützung der Institutsbibliothek meinen besten Dank auszusprechen.

Abgeschlossen August 1899.

Literaturübersicht.

Aeltere Literaturangaben finden sich bei De Geer und Elditt. Sehr reichhaltig ist auch in systematischer Hinsicht die Literaturübersicht in dem Programmaufsatz von Dalla Torre und dann bei Oudemans.

1. 1783. K. de Geer: Abhandlungen zur Geschichte der Insecten Uebers. v. Götze. Bd. VII, Nürnberg, Raspe, St. 10—20, Tafel 2—3 (älteste Literaturangaben).
2. 1816. G. R. Treviranus: Vermischte Schriften anat. u. physiolog. Inhalts. 8. Abhandl. Das Zuckerthier *(Lepisma sacchar.)* T. I—IV, Göttingen.
3. 1832. Latreille: De l'organisation extérieure et comparée des Insectes de l'ordre des Thysanoures. Nouv. Ann. d'hist. nat. T. I, pag. 161 seq.
3. 1835. Oken: Allgemeine Naturgeschichte. Bd. V, 2. Abth., Stuttgart, pag. 616 bis 619.
4. 1838. H. Burmeister: Handbuch der Entomologie. Bd. II, St. 445.
5. 1841. H. Nicolet: Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles. Band II, Neuchâtel. 4°.
6. 1841—1842. Bourlet: Mémoire sur les Podurelles. Mém. soc. sc., agric. Lille. I.
7. 1853—1854. H. L. Elditt: Einleitung zur Monographie der Thysanuren. Entomologische Zeitung. Stettin, 15. Jahrg., pag. 11—22 u. pag. 37—45.
8. 1854. Frauenfeld: Neue Podurengattung: Tritomurus. Verhandl. d. zool. bot. Vereines in Wien. Bd. IV, pag. 15.
9. 1862. E. v. Olfer[s] Annotationes ad anatomiam Podurarum. Berolini, 4 Tafeln (als Diss. inaug.).
10. 1864. Laboulbéne: Recherches sur l'Anurida maritima. Ann. de la soc. Ent. de France. Quatrième Série. T. IV. pag. 705—720.
11. 1865. Otto Hermann: Ueber Poduren, pag. 25 o. Nr. 12.
12. 1865. Otto Hermann: Weitere Beobachtungen über Podura, pag. 485—490; beide in Verhandl. d. zool. bot. Gesellsch. XV, Bd. I.
13. 1867. F. Meinert: On the Campodeae a family of Thysanura. Annals and Magaz. of nat. History. London, Vol. XX.
14. 1871. A. S. Packard: Embryological studies on Diplax, Perithemis and the Thysanurous genus Isotoma. Peabody Acad. of sc. Vol. I, N. II, Salem Mass. in Lubbock's Werk im Anzug.
15. 1871. T. Tullberg: Sveriges Podurider. Kongl. Svenska vetensk. akad. Handl. Bd. X, Nr. 10, Ny Följd.
16. 1873. J. Bart. M. P. Lubbock: Monograph of the Collembola and Thysanura. London, Roy. society.

17. 1875. M. Oulganine: Sur le Développement des Podurelles. Mémoire de M. O. Extrait du Russe par M. d. Korotneff, p. XXXIX, Archives de zoolog. expér. Tome quatrième.
18. 1876. M. Oulianine: Développement des Podurelles, p. XVII—XIX (Notes et Revue). Archiv. de Zoolog. expériment. Tome cinquième; ferner in Hofmann-Schwalbe's Jahresber. 1876, Bd. IV, pag. 422—425 (ref. Hoyer).
19. 1876. T. Tullberg: Collembola borealia. Oefversigt af kgl. vetenskaps. Akad. Förhandl. Nr. 5, Stockholm.
20. 1876. P. Mayer: Ueber Ontogenie und Phylogenie der Insecten. E. akad. Preisschrift, pag. 125—221. Jen. Zeit. f. Naturwiss. Bd. X.
21. 1878. E. Schindler: Beiträge zur Kenntniss der Malpighi'schen Gefässe d. Insecten. St. 587—660, sp. 601. Z. f. wiss. Zool., Bd. XXX.
22. 1879. C. Parona: Collembola. Paggio di un catalogo delle Poduri italiane in Atti soc. ital. sc. nat. Milano. Vol. XXI und in Studi fatti e laboratorio d'Anat. e Fis. comp. dell'Univers. di Pavia. Pavia. Nr. 11.
23. 1880. A. S. Packard: Guide to the study of Insects. New York, Henry Holt & Comp.
24. 1880. O. M. Reuter: Sur la fonction du tube ventral des Collemboles. Entomol. Tidsskr. I. Vol., pag. 162—163.
25. O. M. Reuter: Études sur les Collemboles I—III. Avec. 1 pl. Extraits de Acta Soc. Sc. Finn. T. XIII. Helsingfors. 20 p., 4⁰ (beides cit. n. Neapler Jahresbericht).
26. 1880. Reuter: Sur l'accouplement chez deux espéces de l'Ordre de Collemboles. Entom. Tidsskrift, Bd. I, pag. 159—161 (N. Neapler Jahresber.).
27. 1880. Uno Collan: Om förekomsten af en Podurit (Isotoma sp.) i stor mängd pä snön i Januari 1880. Meddel. Soc. Fauna et Flora Finn. Bd. VII, pag. 127—128 (Vorkommen einer Isotoma auf Schnee; N. Neapler Jahresbericht).
28. 1880. Balfour: Handbuch der vergl. Embryologie. Uebers. von Vetter. Bd. I, Jena.
29. 1882. V. Lemoine: Recherches sur le développement des Podurelles. Ars. Franç. pour l'avancement des sciences. Congrès de la Rochelle, pag. 1—40 (N. Jahresber.).
30. 1882. V. Lemoine: De l'acte génital probable observé chez le Sminthurus fuscus. Assoc. franç. pour l'avanc. d. sc. Congrès de la Rochelle, pag. 481 bis 482 (N. Jahresber.).
31. 1885. F. Brauer: Systematisch-zool. Studien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., Bd. XCI, 5. H., 1. Abth., pag. 237—413.
32. 1885. A. Sommer: Ueber *Macrotoma plumbea*. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. XLI, pag. 683—718, T. XXXIV—XXXV.
33. 1885. B. Grassi: I progenitori degli Insetti e dei Miriapodi l'Japyx e la Campodea. Atti Acad. Gioenia Scienze Naturali in Catania (3.) Vol. XIX.
34. 1885. A. Schneider: Die Entwicklung der Geschlechtsorgane der Insecten. Zool. Beiträge. Bd. I, pag. 257—300, Taf. XXXII—XXXV.
35. 1886. J. A. Ryder: The developement of Anurida maritima Guerin. American Naturalist, Vol. XX, pag. 299—302, Plate XV.
36. 1886. Dubois: De la fonction photogenique chez les Podures. C. R. soc. biol. Paris, Tom. VIII, pag. 600—603.
37. 1887. B. Grassi: Altre ricerche sui Tisanuri. Memoria VI.

38. 1887. T. Oudemans: Bijdrage tot de Kennis der Thysanura en Collembola. Amsterdam.
39. 1887. B. Nassonow: Zur Morphologie der niedersten Insecten Lepisma, Campodea und Lipura. (Russisch.)
40. 1887. B. Nassonow: Welche Insectenorgane dürften homolog den Segmentalorganen der Würmer zu halten sein? Biol. Centralbl., Bd. VI, Nr. 15, pag. 458.
41. 1888. B. Grassi: Anatomia comparata dei Tisanuri. Memoria VII, Roma.
42. 1889. T. Oudemans: Ueber die Abdominalanhänge einer Lepismide *(Thermophila fumorum Rovelli).* Zool. Anz., 12. Jahrg., pag. 353—355.
43. 1889. E. Haase: Die Abdominalanhänge der Insecten. Morph. Jahrb., Bd. XV, pag. 331—435, Taf. XIV—XV.
44. 1890. W. Wheeler: On the appendages of the first abdominal segment of Embryo Insects. Trans. Wisconsin Acad. Vol. VIII, pag. 87—140, 3 Taf., cit. nach Neapler Jahresber.
45. 1890. N. P. Wagner: „Ueber die Organisation von Smynthurus“ u. „Ueber die Organisation und Entwicklung von Anurida.“ VIII. Congress russ. Naturf. u. Aerzte. Biolog. Centralbl. Bd. X, pag. 428—429.
46. 1890. Fernald: Studies on Thysanuran Anatomy (Prelim. Comm.). J. Hopkins Univ. Circ. Vol. IX, pag. 62—63 (N. Jahresber.).
47. 1891. R. v. Stummer-Traunfels: Vergl. Untersuchungen über die Mundwerkzeuge der Thysanuren und Collembolen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Cl. Bd. C, Abth. I, 2 Taf.
48. 1890—1891, T. Oudemans: Apterygoten d. indischen Archipels. Taf. VI u. VII aus M. Weber's Zoolog. Ergebnisse einer Reise in Nied. Ostindien. Bd. I, Leiden.
49. 1892. E. Korschelt u. K. Heider: Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere.
50. 1893. J. Kolbe: Einführung in die Kenntniss der Insecten. Berlin.
51. 1893. W. M. Wheeler: A contribution to Insect Embryology. Journ. of Morphology. Bd. VIII, pag. 1—150, pag. 57, Fig. V u. VI.
52. 1893. H. J. Hansen: Zur Morphologie der Gliedmassen und Mundtheile bei Crustaceen und Insecten. Vorläufig. Mitth. Zoolog. Anz. 16. Jahrg., pag. 193 bis 198, pag. 201—212.
53. 1895. W. v. Dalla Torre: Die Gattungen und Arten der Apterygogenae (Brauer). 46. Programm d. k. k. Staatsgymn. in Innsbruck. (Reiche Literaturangabe.)
54. 1895. R. Heymons: Die Segmentirung des Insectenkörpers. Aus dem Anhange zu den Abhandl. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Taf. I.
55. 1896. C. Schäffer: Die Collembola der Umgebung von Hamburg und benachbarter Gebiete. 4 Taf., pag. 147—216. Mitth. aus dem Naturhist. Museum in Hamburg, 13. Jahrg.
56. 1896. R. Heymons: Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der *Insecta apterygota.* Sitzungsber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss., pag. 1385—1389.
57. 1897. R. Heymons: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina.* L. Z. f. wiss. Zoolog. Bd. LXII, T. 29—30, pag. 583—631.
58. 1897. V. Willem et H. Sabbe: Le tube ventral et les glandes céphaliques des Sminthures. Ann. Soc. Entomol. Belg. T. XLI, pag. 130—132.
59. 1897. V. Willem et Sabbe: Les yeux et les organes postantennuaires des Collemboles. Ibid., pag. 225—226 (cit. n. Zool. Centralbl.).

60. 1897. H. Uzel: Vorläufige Mittheilung über die Entwicklung der Thysanuren. Zoolog. Anz., Nr. 528 u. 529.
61. 1897. H. Uzel: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Campodea staphlinus*. Zoolog. Anz., Nr. 535.
62. 1898. H. Uzel: Studien über die Entwicklung der apterygoten Insecten. Verlag v. R. Friedländer & Sohn, Berlin.

Die jüngste Collembolenarbeit, die viele interessante Daten bringt: Claypole: The Embryology and Oogenesis of Anurida im Journ. of Morph. Boston, Juni 1898. Vol. XIV, Nr. 2, erhielt ich erst nach der Abfassung vorliegender Schrift; was die geschilderte Oogeneris anbelangt, so konnte ich keinen Dotterkern, der den Eizellkern zeitweilig umfassen soll, nachweisen; vielleicht fehlten mir die passenden Stadien. Ein Referat über die Arbeit findet sich im Neapler Jahresbericht 1898.

---

63. 1866. A. Kölliker: Ueber die Cohnheim'schen Felder der Muskelquerschnitte. Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. XVI, 22 T. u. 2 Holzschnitte, pag. 374.
64. 1878. L. Flögel: Ueber den eigentlichen Bau des Gehirnes in den verschiedenen Insectenordn. Zeit. f. wissensch. Zoolog. Bd. XXX, T. 33—34, pag. 556 bis 592.
65. 1878. E. Berger: Untersuchungen über den Bau des Gehirnes und der Retina der Arthropoden. Arbeiten aus dem zoolog. Instit. d. Univers. Wien, T. XI.
66. 1887. H. Vialanes: Études histolog. et organolog. sur les centres nerveux etc. Annal. des sciences naturelles. Tom. IV, pag. 1—120.
67. 1890. G. Retzius: Biolog. Untersuchungen. I, Stockholm.
68. 1897. C. Rengel: Ueber die Veränderungen des Darmepithels bei *Tenebno molitor* w. d. Metamorphose. Zeit. f. wiss. Zoolog., Bd. LXII, T. I, pag. 1—60.
69. 1899. Karawaiew: Ueber die Anatomie und Metamorphose des Darmcanals der Larven von *Anobium paniceum*. Biolog. Centralbl., Bd. XXIX, Nr. 4, 5, 6, pag. 122, mit 19 Abb.
70. 1886. E. Korschelt: Ueber die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellelemente des Insectenovariums. Z. f. wiss. Zoolog., Bd. XLIII, pag. 537, XX—XXIV u. 6 Holzschn.
71. 1886. L. Will: Oogenetische Studien: Entstehung des Eies von Colymbetes. Zeit. f. wiss. Zool. Bd. XLIII, pag. 329, T. XIII, XIV u. 2 Holzschn.

Tafelerklärung.

gr Granulationen.
dr Dorsalorgan.
ch Chorion.
cb Cuticula blastodermatica.
2h zweites Häutchen.
ob Oberlippe.
md Mandibel.
mx Maxille.
l Ligula (linguae).
pg Paraglossen.
s Sehne.
kn Knötchen (Intercallarsegm?)
c Cardo.
at Antenne.
hr Höcker.
vt Ventraltubus.
hm Hamulus.
fr Furcula.
drs Drüsenzellen des Ventraltubus.
umt Urmutterzellen des Mitteldarmes.
ke „Keratohyalinkörnchen."
al e altes Epithel.
n e neues Epithel.
hrz Herz.
rt reticuläres Gewebe.
tp Tunica propria.
wz Wanderzelle.
m Muskel.
kdr keulenförmige „Drüse" des Hinterkopfes.
sp Speicheldrüse.
ö Oeffnung.
r Rinne.
ce Centralkörper.
schc Schlundcommissur.
au Augenpigment.
br Brücke.
ös Oesophagus.
mnd Mandibelnerv.
mxn Maxillennerv.
vsd Vas deferens.
gra feine Granula.
spr Sperma.
drz Drüsenzellen.
smz Samenmutterzellen.
tz Tochterzellen.

Vergr.: Fig. 1, 2, 4, 7, 18 Leitz Ocul. 2, Obj. 7, 170 Mm. Tubuslänge.

Vergr.: Fig. 3, 5, 6, 8—15, 29, 31, 32, 33—37, 38, 39 Leitz Ocul. 4, Obj. 7, 170 Mm. Tubuslänge.

Vergr.: Fig. 16, 19—28, 30, 40—58 Leitz Ocul. 4, Homog. Oelimm. $^{1}/_{12}$, 170 Mm. Tubuslänge.

Fig. 1. Ei von Isotoma.

Fig. 2. Frühes Furchungsstadium desselben.

Fig. 3. Weiteres Furchungsstadium desselben. Aussen liegen die verschiedenen Körnchen an.

Fig. 4. Erste Ausbildung des Blastoderms. Centrale dunklere Partie ist die Entodermanhäufung. Ausbildung der Cuticula blastoderm.

Fig. 5. Vorbildung des Chorionrisses, Ausbildung des Dorsalorganes, Anlage der Keimstreifen: Kopflappen und Mundsegment.

Fig. 6. Reduction des Dorsalorganes, weitere Anlage des Keimstreifens, erstes Auftreten des Ventraltubus.

Fig. 7. Stadium der Umrollung, links Dorsalorgan.

Fig. 8. Seitliche Daraufsicht eines älteren Embryos.

Fig. 9. Derselbe von der „Fläche", zweite Häutung, Ausbildung der abdominalen Anhänge.

Fig. 10. Ein älterer Embryo, vorne haftet noch ein Theil des Chorions.

Fig. 11. Hinterer Theil des Abdomens eines Embryos mit seinen Anhängen.

Fig. 12 und 13. Das Dorsalorgan 12 in der Aufsicht, 13 ein späteres Stadium von der Seite.

Fig. 14. Der Kopf und das ausgedehnte Atrium eines Embryos (etwas schematisirt).

Fig. 15. Dasselbe in natürlicher Art von der Seite.

Fig. 16. Querschnitt durch den Ventraltubus.

Fig. 17. Längsschnitt durch den Ventraltubus.

Fig. 18. Ventralseite einer Larve.

Fig. 19. Ein Theil des Mitteldarmepithels knapp vor der „Häutung".

Fig. 20. Häutung des Mitteldarms.

Fig. 21. Dasselbe. Oben sind die „Keratohyalin" führenden grossen und kleinen Zellen abgestossen, unten ist ein neues Epithel schon gebildet.

Fig. 22. Analoger, etwas modificirter Vorgang.

Fig. 23. Dasselbe. Degeneration der Muscularis.

Fig. 24. Schnitt durch eine Partie des Zellleibes von Achorutes, unten abgehobene Cuticula, dann Pigment, reticuläres Gewebe, Herz mit Blutzellen und der sich regenerirende Mitteldarm.

Fig. 25. Mitteldarmhäutung. Die Tunica propria ist noch gefaltet, oben schon altes Epithel des Mitteldarmes vom Achorutes abgestossen, bei *wz* tritt eine Zelle durch die veränderte Tunica pr., als Wanderzelle durch.

Fig. 26. Ein späteres Stadium des degenerirenden alten Epithels; das neue Epithel schon weiter vorgebildet, unten vermehren sich noch die Urmutterzellen.

Fig. 27. Cuticula und reticuläres Gewebe der Isotoma.

Fig. 28. Keulenförmige Drüse und Speicheldrüse der Isotoma.

Fig. 29. Oberlippe der Isotomalarve.

Fig. 30. Kornbildung aus dem Fettgewebe der Isotoma.

Fig. 31. Mandibel der Isotoma.

Fig. 32. Maxille und das Chitingerüst der Isotomalarve.

Fig. 33. Unterseite des Kopfes der Isotomalarve.

Fig. 34. Borstenbildungen der Isotoma.

Fig. 35. Klaue der Isotoma.

Fig. 36. Ende der Furcula der Isotoma mit dem Mucro.

Fig. 37. Ein Stück des Chorions der Isotoma.

Fig. 38. Ein etwas schief horizontaler Schnitt durch den Kopf der Isotomalarve.

Fig. 39. Ein verticaler Schnitt durch den Isotomakopf, der einen Theil der Schlundcommissur und den Austritt der Antennennerven zeigt.

Fig. 40. Ein etwas seitlich geführter, senkrechter Schnitt durch das Gehirnganglion der Isotoma.

Fig. 41. Ein schiefer Schnitt durch das Hirnganglion der Isotoma, rechts etwas tiefer als links geführt. Dasselbe gilt von 42 und 43; bei 41 tritt aus den beiden Schenkeln die Schlundcommissur heraus.

Fig. 42. Ein tieferer, etwas horizontal geführter Sagittalschnitt durch das Gehirn- und subösophageale Ganglion.

Fig. 43. Ein Schnitt ungefähr in derelben Richtung wie 42 geführt, nur aus einer höheren Region.

Fig. 44. Ein Querschnitt durch ein Brustganglion der Isotoma vor seiner eigentlichen Anschwellung.

Fig. 45. Ein senkrechter Schnitt durch dasselbe; zeigt den Austritt der Fasern zum Fuss.

Fig. 46. Ein Horizontalschnitt durch dasselbe.

Fig. 47. Ein schiefer Schnitt durch das Gehirnganglion der Achorutes.

Fig. 48. Ein seitlicher senkrechter Schnitt durch das subösophageale Ganglion der Isotoma.

Fig. 49. Ein Querschnitt durch ein Brustganglion des Achorutes.

Fig. 50. Ein senkrechter Schnitt durch das verschmolzene Thoracoabdominalganglion mit zu einem Muskel austretenden Fasern. Achorutes.

Fig. 51. Ein mehr seitlich geführter senkrechter Schnitt desselben.

Fig. 52. Ein Theil des Ovariums der Isotoma, seitlich links ein Keimzellennest.

Fig. 53. Dasselbe auf einem anderen Entwicklungsstadium.

Fig. 54. Querschnitt durch das Vas deferens des Achorutes; links Tochterzellen.

Fig. 55. Ein Theil eines Schnittes durch die Hode des Achorutes; innen Tochterzellen.

Fig. 56. Dasselbe, nur ein späteres Stadium mit ausgebildeten Spermatozoen und functionirenden Drüsenzellen.

Fig. 57. Querschnitt durch einen Muskel des Abdomens mit Cohnheim'scher Felderung; Isotoma.

Fig. 58. Ein Theil des Muskels, der seinen Aufbau deutlicher zeigt; Isotoma.

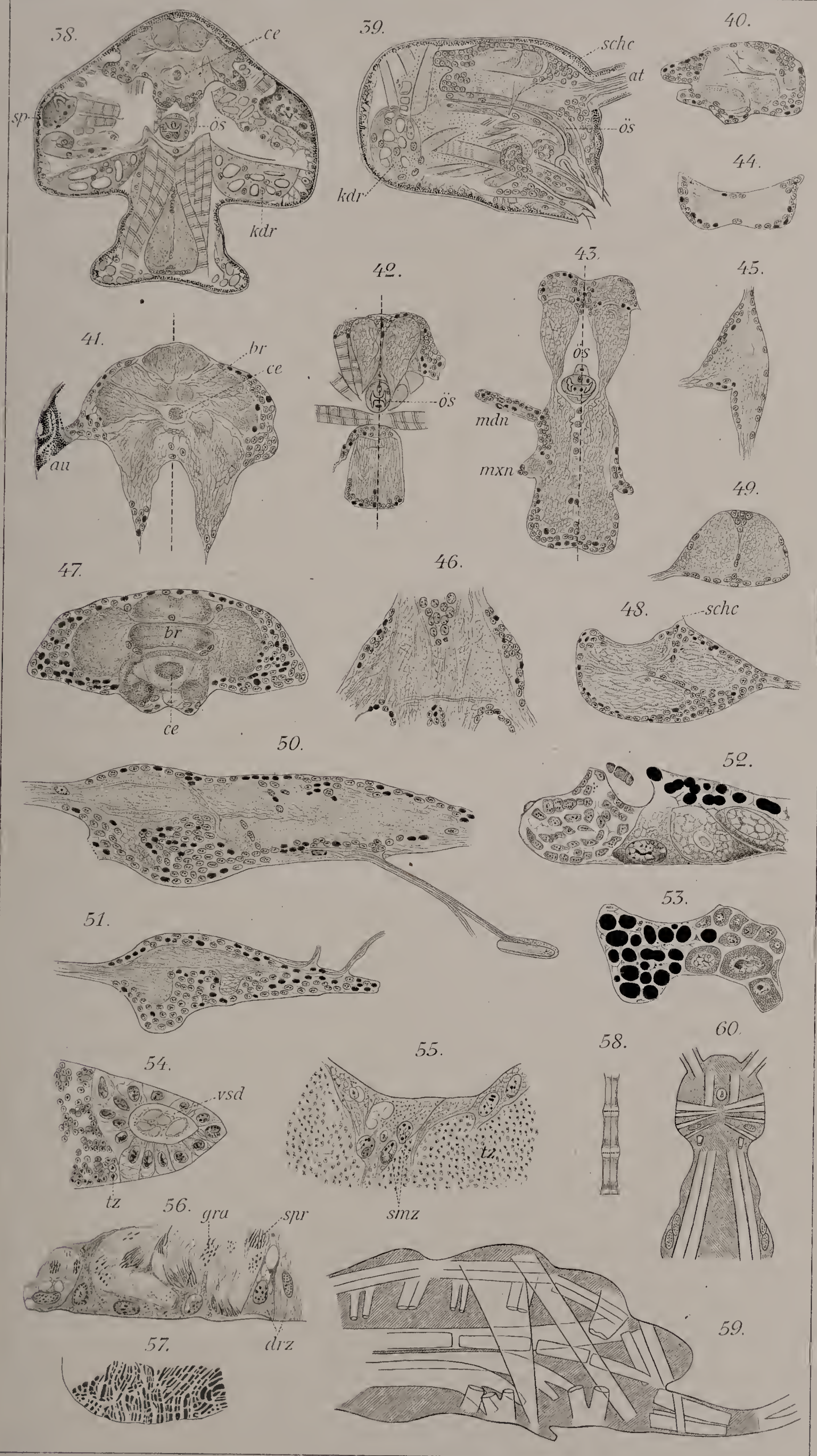
Fig. 59. Etwas schematisirte Darstellung der wichtigsten Muskeln des Abdomens der Isotoma.

Fig. 60. Eine etwas schematisirte Abbildung der wichtigsten Hauptmuskeln des Kopfes und der vorderen Thoraxpartie der Isotomalarve.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.




1.
2.
3.
gr
4.
5.
dr
cb
ch
6.
cb
zh
7.
8.
hr
ob
md
mx
at
9.
vt
hm
fr
10.
fr
11.
vt
hm.
fr
12.
13.
14.
kn
ob
md
mx
l
pg
19.
umt
20.
umt
21.
ke
22.
23.
ke
24.
ale
ne
hrz
rt
25.
tp
wz
16.
drg
m
15.
kn
at
ob
md
mx
l
18.
vt
hm
fr
17.
dr
27.
28.
kdr
sp
29.
30.
ö
31.
32.
pg
mx
p
s
c
33.
mx
r
26.
umt
34.
35.
36.
37.



Verl. v. Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler, Wien.   Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Inhalt.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

